Postverlagsort Leipzig

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

UNTER MITWIRKUNG VON

A. BUTENANDT BERLIN-DAHLEM · P. DEBYE BERLIN-DAHLEM · F. K. DRESCHER-KADEN GÖTTINGEN · H. v. FICKER WIEN · R. GRAMMEL STUTTGART

O. HAHN BERLIN-DAHLEM · M. HARTMANN BERLIN-DAHLEM · F. KÖGL UTRECHT · M. v. LAUE BERLIN · E. v. d. PAHLEN POTSDAM

F. SAUERBRUCH BERLIN · H. SPEMANN FREIBURG I. BR. · H. STILLE BERLIN · F. v. WETTSTEIN BERLIN-DAHLEM

HERAUSGEGEBEN VON

FRITZ SÜFFERT

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

UND

ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 3 (SEITE 33—48) 20. JANUAR 1939 27. JAHRGANG

INHALT:

Muskeleiweißkörper und Eigenschaften des Muskels. Von H. H. Weber, Münster i. W. (Mit 7 Figuren) 33

Über die Lumineszenzerscheinungen und die Chemilumineszenz. Bericht über die Tagung der Faraday Society in Oxford vom 15. bis 17. September 1938. Von Erich Krautz, Berlin 39

Besprechungen:

Forschung und Prüfung. 50 Jahre Physikalisch-Technische Reichsanstalt. Herausgegeben von J. Stark. (Ref.: Walther Gerlach) 44

Frey-Wyssling, A., Submikroskopische Morphologie des Protoplasmas und seiner Derivate. (Protoplasma-Monographien, Bd. 15.) (Ref.: W. J. Schmidt) 44

Fortsetzung des Inhaltsverzeichnisses siehe II. Umschlagseite!

Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften

Redigiert in Gemeinschaft mit **F. Hund**

von

Ferdinand Trendelenburg

Zuletzt erschien:

Siebzehnter Band

Mit 238 Abbildungen. III, 424 Seiten. 1938. RM 34.—; gebunden RM 35.60

Inhaltsverzeichnis:

Theoretische Gesichtspunkte zur Deutung der kosmischen Strahlung. Von Dr. phil. H. Euler und Professor Dr. W. Heisenberg, Leipzig.

Fortschritte auf dem Gebiete der Ultrarottechnik. Von Professor Dr. M. Czerny und Dr. rer. nat. H. Röder, Frankfurt a. M.

Ergebnisse der Ultrarotforschung. Von Dozent Dr. phil. habil. Frank Matossi, Breslau, z. Zt. Berlin-Dahlem.

Dielektrische Verluste im Zusammenhang mit dem polaren Aufbau der Materie. Von Dr. phil. F. Horst Müller, Berlin-Siemensstadt.

Die Deutung der Nordlichterscheinungen und die Struktur der Ionosphäre. Von Professor Dr. L. Vegard, Blindern b. Oslo (Norwegen).

Die Ionosphäre und ihr Einfluß auf die Ausbreitung elektrischer Wellen. Von Dr. rer. techn. Dipl.-Physiker Walter Dieminger, Rechlin (Meckl.).

Die Ausbreitung der ultrakurzen Wellen. Von Dr.-Ing. Gottfried Eckart, Mirow (Meckl.), und Dr.-Ing. Hans Plendl, Rechlin (Meckl.)

Kinetik der Polymerisationsprozesse. Von Dozent Dr. phil. habil. G. V. Schulz, Freiburg i. Br.

Inhalt der Bände I—XVII. — Namen- und Sachverzeichnis.

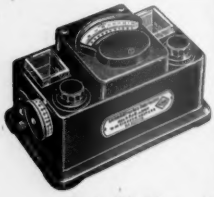
VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Fortsetzung des Inhaltsverzeichnisses!

KUHN, OSKAR, Die Phylogenie der Wirbeltiere auf paläontologischer Grundlage. (Ref.: W. Gross) 46

Der neue deutsche Walfang. Ein praktisches Handbuch seiner geschichtlichen, rechtlichen, naturwissenschaftlichen und technischen Grundlagen. Im Auftrage des Reichsministeriums für Ernährung und Landwirtschaft und des Reichswirtschaftsministeriums unter Mitarbeit namhafter Fachleute herausgegeben von Nicolaus Peters. (Ref.: E. v. Drygalski) 46

GESELLSCHAFT FÜR ERDKUNDE ZU BERLIN: Japan im ostasiatischen Raum. Deutsche Nanga Parbat-Expedition 1937. Die Ellesmere-Land-Expedition der Universität Oxford 1934—1935. Probleme einer internationalen Golfstrom-Untersuchung. (Ref.: Kurt Kaehne) 46



Lichtelektrisches Kolorimeter

Neues Universalmodell II. Mit Meßtrommel für die Kompensationsmethode. Gleichzeitig geeignet für die Ausschlags- und Vergleichsmethode. **Reflektoreinsatz** für feste und pulverförm. Körper. **Reagensglaseinsatz** für Serienmessungen. **Zusatzgerät** für Spektrallampen. **Monochromatische Filter.**

Preis RM 350.— *Ausführliche Broschüre steht zur Verfügung*

Weitere Druckschriften: Photoelemente, Glanzmesser, Reflexionsmesser, Spaltokular, Beleuchtungsmesser, Multiflex-Galvanometer, Photoelektr. Schaltgeräte für autom. Regelung chem. Vorgänge

DR. B. LANGE

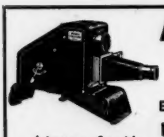
SPEZIALFABRIK LICHTELEKTRISCHER ZELLEN UND APPARATE

Berlin-Dahlem, Garystr. 45/47 FERNRUF: 764939

Niemand in der Welt wird uns helfen, außer wir helfen uns selbst.

X.4 **Adolf Hitler.**

Bei der Eröffnungsfeier des WHW. 1938/39.



Liesegang

Projektionsapparate und Epidiaskope

Erhältlich in allen Ausführungen u. Preislagen

Listen frei!

Ed. Liesegang, Düsseldorf

Postfach

Vor kurzem erschien:

Sichtbares und unsichtbares Licht

Von

Dr. **Eduard Rüchardt**

Professor für Physik an der Universität München

(Verständliche Wissenschaft, Band 35)

Mit 135 Abbildungen. VIII, 176 Seiten. 1938. Gebunden RM 4.80

Inhaltsverzeichnis:

Einleitung. Was die Alten über das Licht dachten. Etwas über Schwingungen und Wellen, den Schall und das Ohr. Licht und Auge. — Die Lichtstrahlen, eine nützliche Fiktion. Über Spiegelung, Brechung und Totalreflexion. Weshalb sieht man durchsichtige Dinge? — Die Geschwindigkeit des Lichtes. — Die Beugung des Lichtes. Die Lochkamera. — Die Auffindung der Beugung. Huygens' Elementarwellen. — Interferenz von Wellen. Interferenz des Lichtes. Interferenz und Beugung. Anwendung der Interferenz und Beugung. Das Michelsonsche Interferometer. Die Durchmesser der Fixsterne. Stehende Lichtwellen. Das Beugungsgitter und das Spektrum. Kränze um Sonne und Mond. Betrachtung über die Natur des weißen Lichtes. — Polarisation und Doppelbrechung. — Lichtzerstreuung, trübe Stoffe und das Himmelsblau. — Die Dispersion des Lichtes in den Körpern. Wie zerlegt ein Prisma das Licht. Ein merkwürdiges Lichtfilter. Etwas über farbige Lichter und Körperfarben (Pigment). — Unsichtbares Licht. Ultrarotes Licht. Ultraviolettes Licht. — Unsere Lichtquellen. — Etwas von dem, was uns die Spektrallinien erzählen. Anwendung der Spektralanalyse. Das Licht der Sonne und der Sterne. Der Dopplereffekt. — Elektromagnetische Wellen. Grundlagen des Elektromagnetismus. Die Hertzschen Wellen. Das Licht als elektromagnetische Welle. — Die Röntgenstrahlen, ein unsichtbares Licht. — „Die andere Seite" und Schluß. — Namen- und Sachverzeichnis.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

27. Jahrgang | 20. Januar 1939 | Heft 3

Muskeleiweißkörper und Eigenschaften des Muskels[1].

Von H. H. WEBER, Münster i. W.

I.

Solange es eine Kolloidchemie gibt, hat die Biologie empfunden, daß diese Wissenschaft ihr außerordentlich viel zu sagen habe. Enthält ja doch sogar schon das Wort „kolloidal" einen recht deutlichen Hinweis darauf. κόλλος, der Leim, ist ein Baustoff tierischen Gewebes. Aber beinahe ein halbes Jahrhundert lang stand die Kolloidchemie so unter dem Eindruck der Fülle und Mannigfaltigkeit ihrer Erscheinungen, daß sie nicht imstande war, dem Biologen jene Spielregeln des Denkens und Experimentierens zu geben, mit denen er seine so besonders komplizierten Systeme richtig zu klären vermochte. Die außerordentlichen Fortschritte in der Kolloidchemie der letzten zwei Jahrzehnte und besonders die Fortschritte der Faserstoffchemie in der Erkenntnis des molekularen Feinbaues organischer Kolloidstrukturen lassen heute die allgemeine Situation anders erscheinen. Diese Fortschritte müssen in dem Biologen den Gedanken erwecken, ob nicht die Methoden der Faserstoffchemiker imstande seien, ihn hinzuführen zu dem Ort des elementaren Lebensgeschehens, zu den Riesenmolekülen der Protoplasmastrukturen?

Wohin und wie weit sie führen, möchte ich am Beispiel des Muskels erörtern. Denn beim Muskel schließt an die Kenntnis des molekularen Feinbaues die Frage nach einer sehr eindringlichen Lebensäußerung unmittelbar an: nach dem Wesen der Muskelkontraktion. Ist sie doch nichts anderes als eine reversible Umordnung dieser molekularen Ordnung.

II.

Wird ein Muskelbrei vollständig ausgepreßt, so enthält der ausgepreßte Saft außer dem Rest-N etwa 16% des Muskeleiweißes. Wird solch ein Saft bis zu einer spezifischen Leitfähigkeit $\varkappa \sim 10^{-5}$ dialysiert, so fallen etwa 12—13% dieses Eiweißes, d. h. 2% des Gesamteiweißes, aus (1, 2). Also enthält der Preßsaft eine Albumin- und eine Globulinfraktion. Wir bezeichnen die Globulinfraktion mit Globulin X, wir nennen das Albumin mit seinem ersten Entdecker VON FÜRTH (3) Myogen. Beide Proteine sind in Löslichkeit, Viskosität und Teilchengewicht typische Vertreter ihrer Stoffklassen (Tabelle 1); und so besitzen denn auch die Teilchen beider Eiweißkörper kugelähnliche Gestalt. Ihre Lösungen sind weniger stabil als Lösungen anderer Albumine und Globuline.

[1] Vortrag, gehalten bei der 95. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte in Stuttgart, September 1938.

Das Albumin ist unter allen Bedingungen in einer viel höheren Konzentration löslich (>30%), als es im Muskel vorkommt (1). Also ist es auch im Muskel gelöst. Für das Globulin gilt das keineswegs (1) — besonders nicht unter physiologischen Bedingungen. Also bildet das Globulin im Muskel überwiegend unlösliche Strukturen.

III.

Auch die physiologisch unlöslichen Strukturen des Muskels lösen sich zum größten Teil in Salzlösungen höherer Konzentration: Wird der Muskel z. B. mit 0,6 n-KCl-Lösung bei p_H 8—9 erschöpfend extrahiert, so enthält der Extrakt eines weißen Muskels etwa 85%, eines roten Muskels etwa 75% des Gesamteiweißes (5). Bei Dialyse auf 0,04 n-KCl (bei $p_H \sim 7$), fällt ein neuer Eiweißkörper aus, der sehr besondere und völlig andere Eigenschaften besitzt als die Eiweißkörper des Preßsaftes. Wir nennen diesen Eiweißkörper, dessen Eigenschaften in gelöstem Zustand zuerst von V. MURALT und EDSALL 1930 (4) beschrieben wurden, Myosin. Dieses Protein ist bis zu den zuletzt ausfallenden Spuren gekennzeichnet durch außerordentlich hohe (Tabelle 1) und anormale — d. h. deutlich druckabhängige — Viskosität und durch starke Strömungsdoppelbrechung. Das bedeutet: es liegt in Lösung in Gestalt sehr großer und vor allem sehr langer Teilchen vor. Infolgedessen ist dieser Eiweißkörper auch unter optimalen Bedingungen nur in Konzentrationen <2% löslich (1). In höheren Konzentrationen geliert das System, da sich die langen und sperrigen Teilchen miteinander verhaken. Daß die Strömungsdoppelbrechung äußerst leicht zu erzeugen ist (1) (z. B. schon dadurch, daß man ein Glas mit solcher Lösung nur umschwenkt) zeigt, daß diese Eiweißteilchen hohe Eigendoppelbrechung besitzen. Also

Tabelle 1. Eiweißkörper des Kaninchenmuskels (vgl. Literaturverzeichnis 1).

	In % des Muskeleiweißes		Isoelektr. Punkt	$\eta'_{1\%}$	Molekulargewicht
	weißer Muskel	roter Muskel			
Myogen	22	17	p_H 6,3	1,04	81000
Globulin X	22	17	p_H 5,1	1,14 bis 1,20	140000 bis 180000
Myosin	39	39	p_H 5,4	≧10	∼10^6
Stroma	17	27	—	—	—
			Serumalbumin:	1,04	70000
			Serumglobulin:	1,18	104000 bis 175000

sind sie nicht Einzelmoleküle, sondern Molekülbündel. Eine verdünnte Lösung von Einzelmolekülen wird unter solchen Bedingungen nicht meßbar doppelbrechend. Und so finden wir denn auch das hohe Teilchengewicht von $\cong 10^6$. Bereits aus den angegebenen Eigenschaften ergibt sich, daß dieser Eiweißkörper offenbar der Baustoff der doppelbrechenden Abschnitte der Muskelfibrillen ist.

Dialysiert man den Extrakt weiter, so fällt von 0,04 bis 0,005 m-KCl nichts aus (5). Erst unterhalb 0,005 m-KCl beginnt dann typisches Globulin X auszufallen (niedrige Viskosität, Fehlen der Strömungsdoppelbrechung und der Verspinnbarkeit zu Fäden)[1]. Auf dieser Grundlage ist die Trennung der einzelnen Eiweißkörper des Extraktes sehr eindeutig. Die Mengen der so gewonnenen einzelnen Fraktionen finden sich in Tabelle 1. Die angegebenen Zahlen gelten für Myogen und Globulin X, auch für den Gesamtmuskel, da beide Eiweißkörper durch die Extraktion erschöpft sind (5). Vom Myosin bleiben Spuren im Stroma zurück, doch dürfte sich dadurch die Myosinmenge nicht wesentlich über 40% des gesamten Muskeleiweißes erhöhen. Im allgemeinen zeigt das Stroma keine Doppelbrechung mehr! (5).

Es ist nicht uninteressant, daß sich das Myosin in seinem chemischen Bauplan zwar grundlegend vom Myogen unterscheidet, daß aber nach BAILEYS Analysen (6) der Bauplan verschiedener Myosine vom Säugetier bis zum Hummer kaum nennenswerte Unterschiede aufweist (Tabelle 2). Nicht die Tierart, sondern die Funktion scheint das gegenseitige Verhältnis der einzelnen Bausteine zu bestimmen.

Tabelle 2. Gehalt an einigen Aminosäuren nach BAILEY.

	Myogen	*Myosin*			
	Kaninchen	Säugetiere	Huhn	Fisch	Hummer
Amid-N (in % des Gesamt-N)	5,5	7,2	7,0	6,7	6,8
% Cystin . . .	1,9	0,7	0,8	0,9	0,8
% Methionin .	2,8	3,4	3,4	3,7	3,5
% Tyrosin . .	4,2	3,3	3,3	4,3	3,6
% Tryptophan	1,5	0,8	0,8	0,9	0,9

IV.

Spritzt man Myosinlösungen in reines oder salzarmes Wasser, so erstarren sie zu einem Faden. Wird solch ein Faden getrocknet, so wird er stark positiv doppelbrechend und gibt röntgenoptisch das etwas unscharfe Faserdiagramm des leicht kontrahierten Muskels (Fig. 1) (7). In einer Lösung von physiologischem p_H und Salzgehalt quillt er gerade so stark auf, daß seine Eiweißkonzentration der des lebenden Muskels gleich wird ($\sim 20\%$) (8). In gequollenem Zustand ist seine Doppelbrechung ebenso wie die Doppelbrechung des Muskels additiv zusammengesetzt aus Eigendoppelbrechung und Stäbchendoppelbrechung (8). Der Faden sieht also dem doppelbrechenden Abschnitt der Fibrille sehr ähnlich. Beide sind aus doppelbrechenden Stäbchen zusammengesetzt, die mehr oder minder achsenparallel angeordnet sind. Beim Myosinfaden, einem vollkommen einheitlichen System, ist man aber imstande, über diese Feststellungen hinaus anzugeben, ob auch die Größe der Stäbchendoppelbrechung den Anforderungen der Theorie voll genügt. Denn um den theoretischen Wert (nach WIENER) auszurechnen, werden (außer dem Brechungsindex der Durchtränkungsflüssigkeit) nur 2 für den Faden leicht bestimmbare Größen gebraucht: der Brechungsindex des Myosins und sein Anteil am Gesamtvolumen des Fadens. Wird so die theoretische Stäbchendoppelbrechung berechnet und mit der wirklich gefundenen verglichen, so erweist sich zunächst die gefundene Doppelbrechung im allgemeinen als zu niedrig (vgl. Tabelle 3, Spalte A).

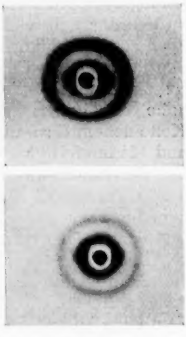


Fig. 1.
Oben: Gebündelte Myosinfäden, leicht gedehnt, getrocknet; *unten:* M. sartorius von Rana esculenta, 23% verkürzt, getrocknet. *Belichtung:* 8 Min. CuK_α-Strahlung [nach BOEHM-WEBER (7)].

Solch ein Myosinfaden dehnt sich leicht und fließend — d. h. ohne sich wieder zu verkürzen, wenn er losgelassen wird — unter Zunahme der Eigen- und der Stäbchendoppelbrechung bis zu einem Punkt, bei dem die Stäbchendoppelbrechung den theoretischen Wert erreicht: Nun sind die Stäbchen vollkommen achsenparallel geordnet. Damit wird die Eigendoppelbrechung des einzelnen Myosinstäbchens meßbar; sie beträgt für das spannungsfreie Stäbchen etwa $6 \cdot 10^{-3}$ (s. Anm. 1). Von diesem Punkt an ist auch das Faserdiagramm scharf geworden und von dem Diagramm eines ruhenden oder leicht gedehnten Muskels nicht mehr zu unterscheiden (Fig. 2). Das bedeutet Identität des molekularen Feinbaus für Myosin im Faden und innerhalb des Muskels. Wenn der Faden gerade eben bis zur vollständigen Ordnung

[1] E. C. SMITH (2) trennt Myosin und Globulin X auf Grund von Löslichkeitsunterschieden nach Vorbehandlung mit HCl, ohne die anderen Eigenschaften der beiden Eiweißkörper zu berücksichtigen. Hierdurch dürften sich — bei der Neigung gerade der Muskeleiweißkörper, durch Denaturierung ihre Löslichkeit zu ändern — seine etwas abweichenden Angaben über die Mengenverhältnisse der einzelnen Muskeleiweißkörper erklären.

[1] Da im gequollenen Faden das einzelne Myosinstäbchen $\sim 70\%$ Eiweiß enthält, ist seine Eigendoppelbrechung gleich der Eigendoppelbrechung eines Fadens von $\sim 70\%$ Eiweißgehalt, d. h. sie ist $\cong 0{,}7 \times$ spez. Eigendoppelbrechung (s. dazu Tabelle 3).

gedehnt ist, ist seine Eigen- wie seine Stäbchendoppelbrechung $2^1/_2$mal so groß wie die des Muskels — oder mit anderen Worten (13): der Muskel besitzt nur 40% der Doppelbrechung eines Fadens von gleichem Quellungszustand (s. Fig. 3). Gerade das ist aber bei der Identität des Feinbaues zu erwarten. Denn der Muskel besteht auch nur zu 40% aus Myosin, und nur etwa 40% beträgt das Volumen seiner doppelbrechenden Abschnitte. Aus der polarisations- und röntgenoptischen Übereinstimmung von Faden und Muskel folgt, daß auch der doppelbrechende Abschnitt des Muskels aus vollkommen achsenparallel angeordneten Myosinstäbchen mit einer Eigendoppelbrechung des einzelnen Stäbchens von etwa $6 \cdot 10^{-3}$ besteht.

Ruhender Muskel und vollgeordneter, gequollener Faden, sind noch um etwa 100% weiter dehnbar — aber nun vollkommen elastisch (d. h. sie kehren auf die Ausgangslänge zurück, wenn sie losgelassen werden). Hierbei wächst die Stäbchendoppelbrechung des Fadens nicht mehr (Tabelle 3); also bleibt die Anordnung der Stäbchen unverändert. Nur die Eigendoppelbrechung nimmt weiter zu (Tabelle 3); die Dehnung beruht auf

Tabelle 3. Dehnung und Ordnung des Myosinfadens nach WEBER (1).

	A Unvollständig geordnet	B Vollständig geordnet	C B um 100% gedehnt
Spezifische Eigendoppelbrechung[1]. .	$4 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-3}$	$12 \cdot 10^{-3}$
Stäbchendoppelbr. $\frac{\text{gef.}}{\text{ber.}}$ (Durchschnitt in Flüssigkeiten von $n > 1{,}58$)	$0{,}6 \cdot 10^{-3}$	$1{,}0 \cdot 10^{-3}$	$0{,}9 \cdot 10^{-3}$

einer Dehnung jedes einzelnen Stäbchens. Eigendoppelbrechung und Faserdiagramm beweisen, daß das einzelne Stäbchen seinerseits zusammengesetzt ist aus fadenförmigen Einzelmolekülen, die im großen und ganzen der Stäbchenachse parallel angeordnet sind. Die Zunahme der Eigendoppelbrechung, die Verschärfung des Faserdiagramms [G. BOEHM (10), K. H. MEYER (11)] und das Auftreten neuer Interferenzpunkte [nach einer vorläufigen Mitteilung von ASTBURY (12)] zeigen, daß die Dehnung die Parallelstellung der Moleküle verbessert: Die außerordentliche Dehnbarkeit des Einzelstäbchens beruht offenbar darauf, daß sich seine vorher gefalteten Moleküle strecken.

Um das tun zu können, müssen die Moleküle gegeneinander verschieblich sein. Der Abstand der Äquatorialpunkte des Röntgendiagramms zeigt, daß diese Moleküle im getrockneten Gebilde 10 Å, im frischen Muskel oder gequollenen Faden 11 Å auseinander liegen. Aus dieser Differenz ergibt sich — unter Berücksichtigung der Wassermenge, die auch nach Trocknung noch vorhanden

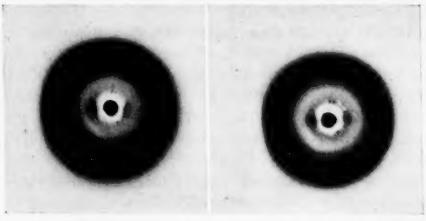


Fig. 2. *Links:* Gebündelte Myosinfäden, stark gedehnt, 3 Stunden in $^m/_{15}$ Phosphat vom p_H 7,37, gequollen, 8 g Belastung; *rechts:* M. extensor digiti des Frosches, 1,2 g Belastung; *Belichtung:* 8 bzw. 9 Min. CuK_α-Strahlung (20 mA). [Nach BOEHM-WEBER (9).]

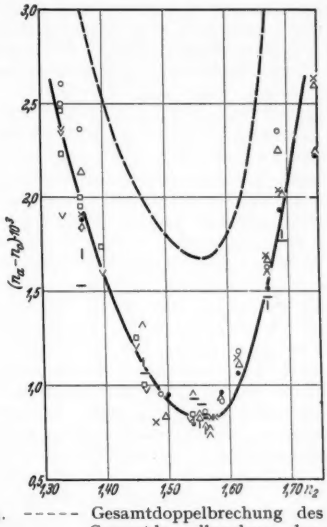


Fig. 3. ----- Gesamtdoppelbrechung des Myosinfadens, ——— Gesamtdoppelbrechung der ruhenden Muskelfaser. *Versuchspunkte:* 9 verschiedene Fasern von verschiedenen Mm. cutanii pectoris des Frosches. [Nach NOLL-WEBER (13).]

ist — für das gequollene Stäbchen ein Wassergehalt von etwa 30% (1, 8). Dieser Wassergehalt ermöglicht die Beweglichkeit der Moleküle. Ein lufttrockener Faden oder Muskel läßt sich praktisch nicht dehnen.

V.

Ein trockener Myosinfaden, der in einer Lösung von Rohrzucker quillt, nimmt die Lösung im ganzen, d. h. Wasser und Zucker, auf. Quillt er dagegen in einer Myogenlösung — sogar sehr

[1] Als spezifische Eigendoppelbrechung wird die Eigendoppelbrechung eines Fadens bezeichnet, dessen Myosingehalt 100% beträgt. Sie wird berechnet $= \frac{\text{Eigendoppelbrechung}}{\text{Myosinkonzentration}}$, da die Eigendoppelbrechung mit der Eiweißkonzentration linear ansteigt. Für die Stäbchendoppelbrechung gilt das nicht.

stark (auf einen Myosingehalt von nur 12%) —, so nimmt er nur Wasser und kein Myogen auf (8). Also ist das Myogenhydratteilchen größer als die Zwischenräume zwischen den einzelnen Myosinstäbchen. Daraus läßt sich berechnen, daß der Abstand zwischen den Myosinstäbchen selbst bei hochgradiger Quellung immer noch kleiner sein muß als 90 Å. Für den normalen Eiweißgehalt von etwa 20% heißt das, er muß kleiner sein als 70 Å. Bei der gegebenen Menge an Myosin können die Stäbchen nur dann so dicht stehen, wenn sie sehr zahlreich und sehr dünn sind. Und zwar müssen auf Grund einfacher geometrischer Überlegungen auf den Quadratmillimeter des Querschnitts von Muskel oder normal gequollenem Faden mehr als 10—15 Milliarden Stäbchen entfallen. Der Durchmesser eines Stäbchens kann dann höchstens 45 Å betragen. Bei einem Teilchengewicht des Stäbchens von 10^6 errechnet sich daraus eine Länge des Stäbchens von >500 Å. Diese Werte sind Grenzwerte: selbstverständlich kann erst recht kein Myogen eindringen, wenn die Stäbchen zahlreicher, dünner und also länger sind. Aus diesen Maßen und dem Abstand der Moleküle im Einzelstäbchen ergibt sich, daß ein Stäbchen höchstens aus knapp 20 Fadenmolekülen zusammengesetzt sein kann.

So ist der Myosinfaden und also auch der wesensgleiche doppelbrechende Abschnitt des Muskels aufgebaut aus achsenparallel angeordneten, in ihrer Längsrichtung gefalteten Myosinmolekülen, und zwar aus 250 Milliarden Molekülen auf den Quadratmillimeter des Querschnittes. Diese Moleküle sind zusammengefaßt zu mindestens 12 bis 15 Milliarden Myosinstäbchen von einem Querdurchmesser von höchstens 45 Å und einer Länge von mindestens 500 Å mit einer Eigendoppelbrechung von $6 \cdot 10^{-3}$. Der Eiweißgehalt des einzelnen Stäbchens beträgt etwa 70%, der Wassergehalt etwa 30%. Der Abstand der Stäbchen voneinander ist <70 Å. Die Zwischenräume sind mit eiweißfreiem Wasser gefüllt, so daß der doppelbrechende Abschnitt als Ganzes nur etwa 20% Eiweiß enthält.

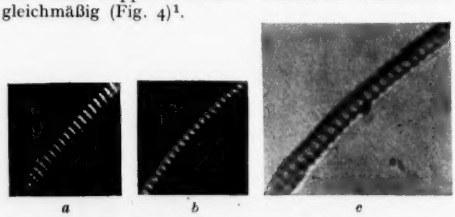
VI.

In einer solchen Struktur haben Teilchen der anderen Muskeleiweißkörper keinen Platz. Auch die quantitative Polarisationsoptik des Muskels macht wahrscheinlich, daß andere Eiweißkörper im doppelbrechenden Abschnitt fehlen. Es fragt sich: wo sind sie? Das im Muskel vorhandene Myogen kann, weil es gelöst ist, aus mechanischen Gründen kein Baustoff der Fibrille, also auch nicht ihres einfach brechenden Abschnittes sein. Es liegt nahe, das Myogen im Sarkoplasma anzunehmen. Daß es wirklich dort ist und nicht etwa Sarkoplasma und einfachbrechende Abschnitte der Fibrille gleichmäßig durchtränkt, ergibt sich aus Bestimmungen des „nichtlösenden Raumes" für Myogen im Muskel (14). Das heißt, läßt man Muskel mit wechselnden kleinen Mengen physiologischer Salzlösungen in das Konzentrationsgleichgewicht an Myogen kommen, so geht gewissermaßen zu viel Myogen aus dem Muskel in die Lösung: Die Myogenkonzentration in der Lösung ist höher, als sie sein dürfte, wenn das Myogen Muskelbrei und Extrakt gleichmäßig erfüllte. Also ist im Muskelbrei ein Raumteil, in dem kein Myogen ist. Dieser Raumanteil kann auch noch auf anderen Wegen ermittelt werden (14). Immer aber ergibt er sich zu 65% des Breivolumens oder gut 80% des Volumens der einzelnen Faser. Mit 20% des Faservolumens beansprucht die Myogenlösung aber nicht einmal den im Sarkoplasma verfügbaren Raum.

Welcher Ort und welche Bedeutung dem Globulin X und den Stromaeiweißkörpern und ihren Strukturen zukommt, darüber können nur Vermutungen angestellt werden. Von der Seite des Muskels her gesehen bedeutet diese Lücke, daß wir bisher noch gar nichts ausgesagt haben über den Feinbau der einfachbrechenden Fibrillenabschnitte. Bei der Füllung dieser Lücke müssen auf jeden Fall 2 Tatsachen berücksichtigt werden:

1. Die von W. J. SCHMIDT (15) entdeckte Tatsache, daß auch die „einfach brechenden" Abschnitte eine kleine Doppelbrechung $\sim 10\%$ der Doppelbrechung der Q-Abschnitte besitzen. Hier könnte es sich um Myosin handeln, dessen Menge unter der Fehlergrenze unserer bisherigen Betrachtung bleiben würde.

2. ist festzustellen, daß aber auch andere Eiweißkörper am Aufbau beteiligt sein müssen. Denn die Eiweißkonzentration der einfach brechenden Abschnitte ist ebenso hoch wie die der doppelbrechenden Abschnitte. Werden sehr dünne Fibrillenbündel vollständig eingetrocknet, so vermindert sich der Querschnitt auf 20% bei unverminderter Länge — und zwar für einfach- und doppelbrechenden Abschnitt vollkommen gleichmäßig (Fig. 4)[1].



a *b* *c*

Fig. 4. Fibrillenbündel, formolgehärtet, $2r \sim 7\ \mu$ (wasserhaltig). *a* wasserhaltig; *b* lufttrocken in Amylalkohol; gekreuzte Nicols; Vergrößerung 360fach. *c* wie *b*; Nicols ganz wenig geöffnet; Vergrößerung 480fach. [Nach NOLL-WEBER (13).]

VII.

Schon heute sind aus dem molekularen Feinbau des Muskels nicht nur Eigenschaften zu verstehen, die so unmittelbar mit dem Feinbau zusammenhängen, wie Doppelbrechung und Röntgendiagramm. So lassen sich aus der Vorstellung vom gefalteten Fadenmolekül außer der ungewöhnlich großen Dehnbarkeit von Muskel und Myosinfaden

[1] Es handelt sich hier um eine unmittelbare mikroskopische Bestimmung der Trockensubstanz. An sich vieldeutige Färbungsversuche wurden bisweilen abweichend „gedeutet".

auch die anderen Merkwürdigkeiten der so viel untersuchten Muskelelastizität diskutieren oder gar vorhersagen, sowie man sich genaue Rechenschaft über die Art der Falten gibt. Zwei Arten sind möglich:

1. Falten können gebildet werden durch Nebenvalenzkräfte oder dergleichen: Gewisse Punkte des Molekülfadens ziehen sich an und falten das dazwischen liegende Stück — chemische Faltenbildung (ASTBURY, vgl. Fig. 5).

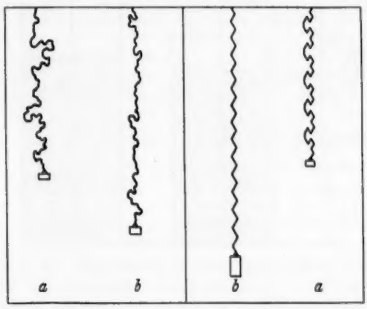


Fig. 5. Faltenbildung von Fadenmolekülen. *Linke Hälfte:* durch Wärmebewegung: *a* bei höherer Temperatur, *b* bei tieferer Temperatur. *Rechte Hälfte:* durch Affinität: *a* vollkommen gefaltet, *b* alle Falten gestreckt. (Bei der gestreckten Form ist selbstverständlich das Zickzack der Valenzwinkel noch erhalten.)

2. Das biegsame Fadenmolekül — biegsam durch die freie Drehbarkeit der Valenzwinkel — knäuelt sich oder, wenn es an den Enden festgehalten ist, schlängelt sich unregelmäßig unter der Wirkung der Wärmebewegung seiner Atome und Atomgruppen[1] (Fig. 5).

Beide Theorien erklären unter bestimmten Voraussetzungen die Tatsache, daß die Dehnbarkeit des Muskels (und des Myosinfadens) bei Dehnung abnimmt, erklären den mit der Dehnung wachsenden Elastizitätsmodul. Schließlich, wenn alle Falten glatt gezogen sind, erreicht der Modul den außerordentlich hohen Betrag, der einer Vergrößerung der Hauptvalenzabstände selbst entspricht [z. B. bei Zellulose 10^4 kg/mm² (20)].

Bei Erwärmung werden wenig gedehnte Muskeln kürzer, stark gedehnte Muskeln — genau wie ein Stahldraht oder dergleichen — länger. Der merkwürdige „thermische Ausdehnungskoeffizient" bei geringer Dehnung wird durch die Vorstellung des thermisch sich schlängelnden Fadenmoleküls verständlich. Solche schlängelnden Querschwingungen verkürzen das Molekül. Bewegung und Verkürzung aber werden um so größer sein, je höher die Temperatur ist [K. H. MEYER (11)]. Nun ist allerdings nach MEYERS eigenen Experimenten der thermische Effekt größer als sich aus der Zunahme der Wärmeschwingungen und Schlängelbewegungen des einzelnen Moleküls bei gegebener Temperaturerhöhung begründen läßt[1]. K. H. MEYER (11) nimmt deshalb an, daß die Temperaturerhöhung auch noch die Zahl der sich schlängelnden Moleküle oder Molekülteile vergrößert. Er unterstellt deshalb, daß die Moleküle in ihren gestreckten Teilen miteinander zu Kristalliten verbunden und dadurch an den Schlängelbewegungen gehindert sind. Die Temperaturerhöhung schmilzt dann diese Kristallite, bringt also nicht nur die freien Teile zu erhöhter Schwingung, sondern vermehrt auch die Zahl der Abschnitte, die solche Schwingungen ausführen können. Diese Vorstellung ist beim Gummi, der ähnliches thermoelastisches Verhalten zeigt, röntgenoptisch bewiesen.

Außerdem gibt sie — ich weiche hier von K. H. MEYERS eigenen Anschauungen ab — sofort eine Erklärung für die vierte Besonderheit der Muskelelastizität: für das Nebeneinander von augenblicklicher elastischer Längenänderung und elastischer Nachwirkung, der langsam verlaufenden Nachdehnung oder Nachverkürzung. Denn Wärmeschlängelungen beweglicher Molekülteile bilden sich sofort und werden bei Dehnung sofort glattgezogen, Kristallisieren aber und Schmelzen von Kristallen braucht Zeit[2].

Die chemisch bedingte Faltung wird durch Temperaturerhöhung nicht begünstigt, sondern meist abgeschwächt. Denn die Atome, deren gegenseitige Anziehung und Annäherung die chemische Falte hervorruft, brauchen bei Steigerung der Wärmeschwingungen mehr Platz; dadurch aber rücken ihre Schwerpunkte weiter auseinander. Bei chemischer Faltung ist also — anders als bei Faltung durch Wärme — ein normaler thermischer Ausdehnungskoeffizient zu erwarten. Dagegen führt eine eingehendere Analyse der Anziehungskräfte, auf denen die chemische Falte beruht, ebenfalls zu der Voraussage, daß der augenblicklichen elastischen Längenänderung eine elastische Nachwirkung folgen muß (1, 8).

[1] Die ordentlich gestreckte Lage eines Fadens ist als Ergebnis ungeordneter Erschütterungen statistisch am unwahrscheinlichsten, das Knäuel am wahrscheinlichsten. Ein Seil, das in einen stoßenden und rüttelnden Wagen glatt hingelegt ist, wird durch die Fahrt viel wahrscheinlicher zu einem Knäuel zusammengeschüttelt werden, als daß ein Knäuel durch die Fahrt in gerade gestreckte Lage auseinandergeschüttelt wird. Die quantitative Berechnung dieser verschiedenen Wahrscheinlichkeiten ist von GUTH und MARK (16) sowie von WERNER KUHN (17) durchgeführt.

[1] Nach den übereinstimmenden Ergebnissen von WÖHLISCH (21) und FENG (22) ist das allerdings nicht so; er ist dort im Gegenteil so klein, daß neben der thermischen Bildung von Falten auch noch chemische Falten angenommen werden müssen (vgl. S. 38).

[2] Der Zusammenhang zwischen Dehnungszustand und Kristallisation ist folgender: Kristallisation findet um so leichter und ausgedehnter statt, je gestreckter die Moleküle bereits durch die Dehnung sind. Andererseits unterdrückt die Kristallisation in den Gebieten, in denen sie stattfindet, auch die letzten Schlängelbewegungen der Einzelmoleküle und vergrößert dadurch die Dehnung.

Es liegt also nahe, anzunehmen, daß die Fadenmoleküle des Muskels chemisch und thermisch gefaltet sind und daß geringere Dehnung (negativer thermischer Ausdehnungskoeffizient) auf Kosten beider Arten von Falten, hohe Dehnung (positiver Koeffizient) vorwiegend auf Kosten der chemischen Falten stattfindet.

VIII.

Es hat viel für sich, bei der aktiven Kontraktion und den Kontrakturen des Muskels einen molekularen Vorgang anzunehmen, der dem Geschehen bei der Dehnung gerade entgegengesetzt ist: stärkere Faltung der Myosinmoleküle als im Ruhezustand (ASTBURYS Superkontraktion) (12). Von der Kontraktion des Muskels z. B. ist es ja schon lange bekannt, daß sie allein auf einer Verkürzung der doppelbrechenden Abschnitte beruht. Diese Anschauung mag richtig sein — bewiesen ist sie nicht —; auf jeden Fall wäre durch sie nicht allzuviel erklärt. Aus dem Problem der Muskelkontraktion wäre nur ein Problem der Molekülkontraktion geworden, ohne daß die entscheidende Frage eine Antwort gefunden hätte — die Frage, warum faltet sich das Myosinmolekül plötzlich stärker?

Kontraktion und Kontraktur wird immer veranlaßt durch eine chemische Reaktion der Muskeleiweißkörper. Sehr durchsichtig sind die Verhältnisse bei der sog. Wärmekontraktur, die der Muskel bei Erwärmung auf 40—70° macht. Denn

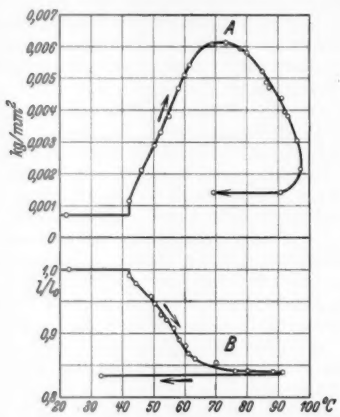


Fig. 6. *Wärmekontraktur.* *A* isometrische Spannungsänderung, *B* isotonische (0,3 g/qmm) Längenänderung; Erwärmungsgeschwindigkeit etwa 4,5°/Min. ⟶ Erwärmung, ⟵ Wiederabkühlung. [Nach WEBER (8).]

diese irreversible Kontraktur macht der Myosinfaden ebenfalls mit annähernd der gleichen Spannungszunahme von über 6 g/qmm Querschnitt und Verkürzung von 20—30% seiner Länge (Fig. 6). Das Myosin denaturiert bei solchen Temperaturen unter irreversibler Abnahme der Doppelbrechung auf weniger als die Hälfte. Der chemische Vorgang ist hier eine chemische Umlagerung im Myosinmolekül selbst. Andere Denaturierungsformen sowie der Zusatz der bekannten chemischen Betriebsstoffe des Muskels führten (soweit untersucht) nicht zu einer Kontraktur des Myosinfadens (8).

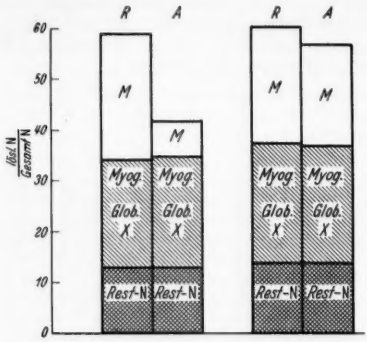


Fig. 7. Ermüdung und Muskeleiweiß. *R* = Ruhemuskeln, *A* = Arbeitsmuskeln (Kaninchen). ***Links:*** Löslichkeitsänderung bei starker Ermüdung; ***rechts:*** bei geringer Ermüdung. *M* = gelöstes Myosin; Ordinate: gelöster N in Prozent des Gesamtmuskel-N. [Nach KAMP (19).]

Also scheint die aktive Kontraktion des lebenden Muskels auf einer chemischen Reaktion des Myosins mit noch unbekannten Substanzen des Betriebsstoffwechsels zu beruhen. Bestimmte Kolloidwirkungen des Betriebsstoffwechsels sind aber analytisch faßbar und damit grundsätzlich analysierbar. Wie DEUTICKE (18) entdeckte, werden mit fortschreitender Arbeit und Ermüdung des ausgeschnittenen Muskels die Muskeleiweißkörper in geeigneten Extraktionslösungen unlöslicher. Wir fanden (19) am lebenden Tier, daß dieser Effekt mit der Erholung in Sekunden und Minuten wieder verschwindet. Er ist also reversibel und eine Lebenserscheinung, nicht eine Erscheinung des Absterbens. Er ist durch den Kochsaft des ermüdeten Muskels in gewissem Umfange auf den unermüdeten Muskel übertragbar. Er beruht nicht auf Milchsäurebildung und ist nicht zu erzielen durch Zusatz von Kreatin oder Muskeladenylsäure zum Muskelbrei. Er scheint also auf Substanzen zu beruhen, die in der Kette chemischer Betriebsreaktionen sehr früh entstehen — früher als in den chemisch bekannten Umsetzungen. Damit scheint die Entstehung dieser Substanzen in unmittelbare Nähe des Kontraktionsmomentes zu rücken. Untersucht man aber, welche der Muskeleiweißkörper von diesen so spezifischen Substanzen beeinflußt werden, so ist es ausschließlich das Verkürzungseiweiß Myosin (Fig. 7).

So beginnen die Methoden der Kolloidchemie die allzu engen Grenzen zu sprengen, die der Kenntnis der lebenden Struktur bisher durch die

Begrenztheit der mikroskopischen Auflösung gezogen waren. Sie beginnen darüber hinaus uns zu jenen Lebenserscheinungen hinzuführen, die auf der Reaktion kristalloider Betriebsstoffe mit den Riesenmolekülen der Gewebsstruktur beruhen.

Literatur.

1. H. H. WEBER, Erg. Physiol. **36**, 109 (1934). — 2. E. C. BATE SMITH, Proc. roy. Soc. Lond. B **124**, 136 (1937). — 3. O. v. FÜRTH, Arch. f. exper. Path. **36**, 231 (1895). — 4. J. T. EDSALL, J. of biol. Chem. **89**, 289 und J. T. EDSALL u. A. v. MURALT, J. of biol. Chem. **89**, 315ff. (1930). — 5. K. MEYER u. H. H. WEBER, Biochem. Z. **266**, 137 (1933). — 6. KENNETH BAILEY, Biochemic. J. **31**, 1406 (1937). — 7. G. BOEHM u. H. H. WEBER, Kolloid-Z. **61**, 269 (1932). — 8. H. H. WEBER, Pflügers Arch. **235**, 206 (1934). — 9. G. BOEHM u. H. H. WEBER, Unveröffentlichte Versuche. — 10. G. BOEHM, Z. Biol. **91**, 203 (1930). — 11. K. H. MEYER u. L. E. R. PICKEN, Proc. roy. Soc. Lond. B **124**, 29 (1937). — 12. W. T. ASTBURY u. S. DICKINSON, Nature (Lond.) **135**, 95 u. 1765 (1935). — 13. D. NOLL u. H. H. WEBER, Pflügers Arch. **235**, 234 (1934). — 14. W. HAUMANN u. H. H. WEBER, Biochem. Z. **283**, 146 (1935). — 15. W. J. SCHMIDT, Z. Zellforsch. **21**, 224 (1934). — 16. E. GUTH u. H. MARK, Mh. Chem. **65**, 93 (1934). — 17. WERNER KUHN, Angew. Chem. **51**, 640 (1938). Dort die frühere Literatur. — 18. H. J. DEUTICKE, Pflügers Arch. **224**, 1 (1930). — 19. FRIEDRICH KAMP, erscheint demnächst in Biochem. Z. — 20. K. H. MEYER u. W. LOTMAR, Helv. Mim. acta **19**, 68 (1933). — 21. E. WÖHLISCH u H. G. CLAMANN, Z. Biol. **92**, 1 (1931). — 22. T. P. FENG, J. of Physiol. **74**, 455 (1932).

Über die Lumineszenzerscheinungen und die Chemilumineszenz.

Bericht über die Tagung der Faraday Society in Oxford vom 15. bis 17. September 1938.

Von ERICH KRAUTZ, Berlin.

Der traditionellen Organisation ihrer wissenschaftlichen Tagungen entsprechend hatte die Faraday Society auch für ihre diesjährige Herbsttagung ein engbegrenztes Thema zur Diskussion gestellt: Die Leuchterscheinungen in gasförmigen, flüssigen und festen Stoffen sowie die Chemilumineszenz.

Zur Darstellung des heute wieder in den Brennpunkt des Interesses der Wissenschaft und Technik gelangten Gebietes der Lumineszenz hatte die Faraday Society die auf diesem physikalisch-chemischen Grenzgebiet namhaftesten Forscher aus allen Ländern eingeladen. Es galt nicht nur die neuesten Ergebnisse mitzuteilen und zu diskutieren, sondern auf diesem auch heute noch mit vielen empirischen Hypothesen und bewährten Rezepten behafteten Forschungsgebiet der Leuchterscheinungen durch Zusammenfassung möglichst vieler Blickpunkte und Einzelgesetzmäßigkeiten ein tieferes Verständnis für den Mechanismus der Lumineszenz zu erreichen.

Der gesamte zu behandelnde Stoff wurde in drei Hauptgruppen unterteilt behandelt:

I. Die Lumineszenz in Flüssigkeiten und Gasen.
II. Die Lumineszenz der festen Stoffe.
III. Die Chemilumineszenz.

Die Einführung und allgemeine Übersicht über den jetzigen Stand der Lumineszenzforschung wurde von J. T. RANDALL, Birmingham, gegeben. Besprochen wurden die Fragen der Energieabsorption und Emission der Leuchtstoffe, die Reinstoffleuchtmassen, der Einfluß von Verunreinigungen und besonders das Verhalten der Leuchtstoffe bei tieferen Temperaturen (herab bis zu 20° K).

Durch Herabsetzung der thermischen Bewegung werden vor allem die in der Umgebung eines Leuchtzentrums bei Zimmertemperatur ständig sich ändernden elektrischen Verhältnisse stabilisiert. Bemerkenswert und keineswegs völlig geklärt ist die Tatsache, daß bei einem auf 85° K und 20° K abgekühlten Zinkorthosilikat mit 0,5% Mn-Gehalt nach der kurzwelligen Seite im Emissionsspektrum neue breite Linien und eine neue schmale Bande auftreten.

Von den Stoffen, die nur oder bevorzugt bei tieferen Temperaturen zu leuchten vermögen, wurden näher behandelt: Zinksulfid, Kupferchlorid, Silberchlorid, Thalliumchlorid, Zinkoxyd, Manganphosphore, Calciumwolframate mit und ohne Aktivatoren und einige Reinstoffleuchtmassen. Bei letzteren braucht die Zugabe einer Verunreinigung nicht notwendig die Eigenfluoreszenz des Grundgitters zu unterdrücken. Als Beispiel wird Calciumoxyd herangezogen. Durch Manganzusatz wird in üblicher Weise die Lumineszenz des Grundgitters zurückgedrängt (typischer mit Fremdmetall aktivierter Leuchtstoff), durch Zusatz von Wismuth dagegen wird das Eigenleuchten des Grundgitters sogar verstärkt. Die von J. T. RANDALL angegebene typische Emissionskurve der Leuchtstoffe erfuhr indessen in der Diskussion kleine Abänderungen und Einschränkungen, insbesondere wurde darauf hingewiesen, daß die Emissionskurve frequenzabhängig ist.

Das Zentralproblem der Lumineszenz in Flüssigkeiten und Gasen ist die quantitative Erklärung der Erscheinung, daß bereits geringe Beimengungen in der Lage sind, den Leuchtprozeß sehr wesentlich zu beeinflussen, die Lichtausbeute oft in sehr starkem Umfange herabzusetzen.

Die Lumineszenz der Gase betreffend, zeigte R. S. W. NORRISH, Cambridge, daß die Beziehungen zwischen Fluoreszenz und Photolyse qualitativ sich sehr leicht verstehen lassen durch eine einfache Ausdehnung der Grundprinzipien der Prädissoziation.

Schon bei der Resonanzstrahlung der freien Gasatome (z. B. Hg, Na, X usw.), deren Anregungszustände eine Lebensdauer von größenordnungsmäßig 10^{-8} sec haben, ist eine Behinderung des Leuchtprozesses möglich, nämlich dann, wenn durch einen hinreichend hohen Druck eines zugemischten Fremdgases die Stoßwahrscheinlichkeit groß wird, verglichen mit der Lebensdauer des angeregten Atoms. Durch Stöße zweiter Art vermag strahlungslos eine Energieabgabe stattzufinden, die bei thermischen und chemischen Prozessen ohne Ausstrahlung sichtbaren Lichtes verlorengehen kann. Dieser Verlust nimmt um so größere Werte an, je größer die Zahl der Freiheitsgrade des Dämpfungsmoleküls und je größer sein Volumen ist. Ähnliche Verhältnisse liegen auch bei der Fluoreszenz zweiatomiger Gase, z. B. J_2, vor. Bei mehratomigen Molekülen ist noch die Möglichkeit einer Energieverteilung im Innern des Moleküls zu berücksichtigen, wie sie zuerst von V. HENRI in der Prädissoziationserscheinung bekannt wurde.

An und für sich muß sich das Auftreten photolytischer Erscheinungen in dem Diffuswerden der Absorptionslinien zeigen. Im zweiatomigen Molekül bewirkt eintretende Photolyse eine Herabsetzung der Lebensdauer des angeregten Zustandes von 10^{-8} auf

10^{-12} sec. Nach der einfachen Beziehung für die natürliche Breite einer Absorptionslinie und der Lebensdauer des angeregten Zustandes würde z. B. bei 3000 A die Breite der Absorptionslinie von 10^{-4} A auf 10 A erhöht werden. Bei mehratomigen Molekülen wird man nun nur mit einer Verkürzung der Lebensdauer auf 10^{-10} sec rechnen können. Hier ist dann nicht das Diffuswerden der Absorptionslinie, vielmehr der Intensitätsabfall der Fluoreszenz ein besseres Kriterium für das Auftreten der Prädissoziation.

Bei den Flüssigkeiten häufen sich die Schwierigkeiten für die Erklärung der Dämpfung bzw. Auslöschung (Quenching) der Fluoreszenz durch Zusätze.

Die Einführung in dieses Teilgebiet gab E. J. BOWEN, Oxford, klar herausarbeitend, was an Einzelerscheinungen erkannt ist und mathematisch sich beschreiben läßt und was zur Zeit an diesem Leuchtmechanismus noch problematisch ist. Zunächst wird eine Scheidung zwischen Resonanzstrahlung und Fluoreszenz betont. Im Fall der Fluoreszenz verliert das angeregte Molekül in der Zeit von etwa 10^{-9} sec, die zwischen Absorption und Emission liegt und direkt mit einer Kerrzelle zu messen ist, durch unelastische Stöße höhere Schwingungsenergien des angeregten Zustandes. So läßt sich das Fluoreszenzlicht als Übergang von ein und demselben Niveau des angeregten Zustandes zu den Niveaus des Grundzustandes deuten. Das folgt notwendig aus der Tatsache, daß alle wesentlichen Eigenschaften der emittierten Fluoreszenzbande, die Ausbeute, die Energieverteilung und die Depolarisation unabhängig sind von Änderungen des erregenden Lichtes. Die Ausbeute hängt vielmehr von der speziellen Natur der fluoreszierenden Substanz ab, vom Lösungsmittel, von der Konzentration, von der Gegenwart von „Dämpfern" (Quenchers) und der Temperatur. Kohlenoxyd- und Nitrogruppen z. B. schwächen, Amino- und Hydroxylgruppen verstärken dagegen die Fluoreszenz. Durch Einbau von Halogen-Atomen in Uranin läßt sich die Ausbeute ganz erheblich herabsetzen. Während verdünnte Uraninlösung in Wasser Ausbeuten von 0,8 aufweist, hat Eosin nur 0,2 und Erythrosin sogar nur Werte $< 0{,}02$. Geringfügige strukturelle Änderungen haben so schon einen außerordentlich großen Einfluß auf den Leuchtprozeß. Umgekehrt dürfte die völlige Kenntnis der Lumineszenzerscheinungen ein wesentliches zusätzliches Hilfsmittel liefern, um innere Strukturänderungen in den Stoffen zu verfolgen.

Zwei Arten von Fluoreszenzschwächung lassen sich unterscheiden:

1. Ein „Statical Quenching", bewirkt durch den Aufenthalt eines Dämpfungsmoleküls im Wirkungsbereich des Fluoreszenzmoleküls;

2. Ein „Diffusional Quenching", bewirkt durch die gegenseitige Durchdringung von Dämpfungs- und Fluoreszenzmolekül während der Erregungszeit des letzteren.

Beide Arten der Fluoreszenzverminderung lassen sich durch den Grad der Depolarisation unterscheiden.

Das Verhältnis von ungedämpfter Fluoreszenz L_0 zur gedämpften L läßt sich in erster Näherung beschreiben durch die Beziehung

$$\frac{L_0}{L} = e^{p\omega Nc} \cdot \left(1 + \frac{k \cdot \tau \cdot N \cdot T \cdot \varkappa \cdot z \cdot c}{\eta}\right),$$

wobei p = die Wahrscheinlichkeit für die Wechselwirkung beim Stoß, ω = Wirkungssphäre, N = AVROGADROsche Zahl, c = die Konzentration des Dämpfers, τ = die mittlere Lebensdauer des angeregten Fluoreszenzmoleküls, T = die absolute Temperatur, η = die Viskosität des Dämpfers, $\varkappa$ = Boltzmann-Konstante, z = eine Funktion vom Radius der Wirkungssphäre und den kinetischen Radien der stoßenden Moleküle.

Für die zweite Art der starken Auslöschung (Diffusional Quenching) ist die Berücksichtigung des zweiten Summanden wesentlich, in den die Viskosität eingeht.

P. PRINGSHEIM, Brüssel, behandelte besonders die Frage des Einflusses der Konzentration in fluoreszierenden Farbstofflösungen. Die einfachste Annahme für Fluoreszenz in Lösungen wäre die, daß der durch Lichtabsorption erfolgte Elektronenübergang vor äußeren Einflüssen möglichst geschützt bliebe im Gegensatz zu den nicht fluoreszierenden Farbstofflösungen; d. h. für fluoreszierende Farbstofflösungen müßten die Absorptionsbanden besonders scharf sein. Diese Bedingung ist aber keineswegs hinreichend. Sehr viele Farbstofflösungen, sogar die meisten, fluoreszieren nicht, obwohl ihre Absorptionsbänder nicht breiter sind als z. B. die des Uranins und Trypaflavins. Es läßt sich auch kein einfacher Parallelismus zwischen unterschiedlicher Leitfähigkeit und dem Fluoreszenzvermögen angeben. Daß indessen viele Farbstofflösungen beim Übergang von der Flüssigkeit zum festen kristallinen Körper ihre Fluoreszenzfähigkeit verlieren, dürfte durch die Änderung des Ionisationszustandes des betreffenden Fluoreszenzmoleküls bewirkt werden, dessen Einfluß auf die Fluoreszenz nachgewiesenermaßen wesentlich ist. Gleichwohl gibt es Farbstoffe, die auch noch im festen Zustand fluoreszieren, wie z. B. Trypaflavin und viele andere Acridinderivate, wenngleich im allgemeinen wesentlich schwächer.

Da die Konzentrationsdämpfung schon bei recht kleinen Konzentrationen festgestellt wird, sieht PRINGSHEIM in diesem Effekt eine Resonanzerscheinung von besonders großem Wirkungsradius. Genauer diskutiert wird noch die Fluoreszenz des Anthracens beim Übergang vom Dampf über die Flüssigkeit zum festen Körper und die damit verbundene Verschiebung der Fluoreszenzbanden im allgemeinen nach längeren Wellenlängen.

E. J. BOWEN und A. NORTON, Oxford, wählten für ihre Versuche zur Messung des Dämpfungseinflusses statt der fluoreszierenden Farbstofflösungen, die, wie bereits berichtet, kein einfaches Verhalten zeigen, insbesondere auch nicht das BEERsche Gesetz erfüllen, fluoreszierende Lösungen von Kohlenwasserstoffen. Doch auch ihre Verwendung ist mit gewissen Nachteilen verknüpft. Zufolge des kleinen Extinktionskoeffizienten ist der zu verfolgende Konzentrationsbereich nach unten, durch die geringere Löslichkeit nach oben beschränkt. Da auch störende Lichtabsorption durch das Lösungsmittel und den Dämpfer möglichst vermieden werden müssen, wird die Auswahl stark eingeschränkt. Die mitgeteilten Ergebnisse beschränken sich daher in erster Linie auf Messungen an Anthracen in sehr vielen Lösungsmitteln und unter den verschiedensten Bedingungen der Konzentration, Temperatur und verschiedener Dämpfer. Mit zunehmender Konzentration des Anthracens nimmt in fast allen Lösungsmitteln die Ausbeute ab, mit der einzigen Ausnahme von Paraffin, was gar nicht zu erklären ist, ebenso die Tatsache, daß gerade in diesem Lösungsmittel die Ausbeute am größten ist. Temperaturerhöhung vermindert durchweg die Ausbeute. Besonders starke Dämpfung zeigen Anthracen, Sauerstoff und Anilin in sehr vielen Lösungsmitteln.

J. WEISS (Newcastle-upon-Tyne) ging besonders auf die photochemischen Prozesse ein, die bei der Auslöschung fluoreszierender Lösungen oft von maßgeblicher Bedeutung sind. Denn von angeregten Fluoreszenzmolekülen kann sich nicht jede beliebige Energie

übertragen lassen, sondern nur solche Beträge, die gerade jeweils bei den Stößen zu Reaktionen zwischen den Partnern verwendet werden können. Daß bei Lichteinstrahlungen hoher Intensität, z. B. in eine Methylenblaulösung, bei Gegenwart von Eisenionen solche Reaktionen auftreten können, wurde sehr anschaulich durch die damit verbundene Bleichwirkung bewiesen, die auf Bildung einer Leukoverbindung zurückzuführen ist. In der Dunkelheit kehrt sich dieser Prozeß dann wieder um. Da dieser Bleichprozeß annähernd proportional ist mit der Quadratwurzel aus der eingestrahlten Lichtintensität, ist die Tatsache erklärlich, daß er solange unbeachtet geblieben ist, weil bei den bisherigen Versuchen zumeist recht kleine Lichtintensitäten verwendet worden sind. Ein ähnlicher, wenn auch nicht so starker Bleichprozeß konnte auch in einer Eosinlösung bei Gegenwart von Kaliumjodid nachgewiesen werden. Während im allgemeinen nicht jeder Stoß zur Reaktion und damit zur Verminderung der Fluoreszenz führt, konnte durch Vergleich zwischen dem theoretisch abgeleiteten Reaktionsmechanismus und dem experimentellen Befund bei der Uraninfluoreszenz der Schluß gezogen werden, daß jeder Stoß eines Uraninmoleküls mit einem Jodion zur Reaktion und damit zur Fluoreszenzauslöschung führt. Brom- und Chlorionen haben dagegen eine geringere auslöschende Wirkung, und zwar gilt für die zur Verminderung der Fluoreszenzintensität auf die Hälfte erforderlichen Konzentrationsmengen $\overline{C}$ (kurz Halbwertskonzentration) für die verschiedenen Halogene in Chininsulfat

$$\overline{C}_{J^-} : \overline{C}_{Br^-} : \overline{C}_{Cl^-} = 1 : 1{,}3 : 3{,}9 ,$$

in Fluoreszein dagegen

$$\overline{C}_{J^-} : \overline{C}_{Br^-} : \overline{C}_{Cl^-} = 1 : 20 : \infty .$$

Die Bedingung dafür, daß ein Stoß reaktionskinetisch wirksam ist, ist gegeben durch die Beziehung $E_F + N \cdot h \cdot \nu \geqq E_{Hal} + X$, wobei E_F = die Elektronenaffinität des Farbstoffmoleküls, E_{Hal} = die Elektronenaffinität des entsprechenden Halogenatoms und X = Differenz der potentiellen Energie der Stoßpartner während des Elektronenüberganges ist.

Bei den Halogenen läßt sich theoretisch für diese Halbwertskonzentration $\overline{C}_{Hal}$ eine in erster Näherung gültige einfache exponentielle Abhängigkeit ableiten:

$$C_{Hal} \sim \frac{1}{\tau} \cdot e^{\frac{E_{Hal} + X - E_F - N \cdot h \cdot \nu}{RT}} .$$

Daraus ergibt sich in Übereinstimmung mit der Erfahrung:

1. die Halbwertskonzentration nimmt exponentiell ab mit steigender Erregungsenergie $N \cdot h \cdot \nu$, d. h.: zur Fluoreszenzverminderung in Fluoreszein mit einer Anregungsenergie von 2,5 eV werden viel größere Konzentrationen benötigt als in Chininsulfat mit einer Anregungsenergie von 3,6 eV.

2. die Halbwertskonzentration nimmt ab mit abnehmender Elektronenaffinität des Halogens entsprechend dem bereits angegebenen experimentellen Ergebnis.

3. es besteht eine lineare Beziehung zwischen dem elektrochemischen Potential des Halogens und dem Logarithmus der Halbwertskonzentration.

Außer den mit einer Reduktion des angeregten Moleküls und einer Oxydation des Dämpfungsmoleküls verbundenen photochemischen Prozessen, die sich bei Dunkelheit wieder rückbilden, behandelt J. WEISS noch den weiteren Prozeß, bei dem noch molekularer Sauerstoff zugegen ist. In diesem Fall vermag sich, wenn das angeregte Molekül nicht rechtzeitig unter Fluoreszenzausstrahlung in den Grundzustand zurückkehrt, mit Hilfe des photochemischen Prozesses und nachfolgender Oxydation des reduzierten Fluoreszenzmoleküls ein Kreisprozeß auszubilden.

Der experimentelle Befund, daß Sauerstoff allein schon, z. B. beim Chlorophyll, auslöschend wirken kann, wird auf die Abspaltung eines Wasserstoffatoms vom angeregten Chlorophyll, die Bildung eines HO_2-Radikals und den damit eintretenden Oxydationsprozeß mit dem reduzierten Chlorophyll oder einem Auslöschungsmolekül zurückgeführt.

Daß außer den hier in Betracht gezogenen photochemischen Prozessen bei der Dämpfung auch noch jeder andere Prozeß in einer allgemeinen Auslöschungstheorie berücksichtigt werden muß, der die Anzahl leuchtfähiger Moleküle vermindert, z. B. durch Bildung assoziierter Komplexe, ist selbstverständlich.

Das zweite große Teilgebiet war das der Lumineszenz der festen Stoffe. Über die neueren theoretischen Grundlagen in der Beschreibung des Verhaltens der festen Stoffe, die auch für die Probleme der Leuchtstoffe Gültigkeit haben muß, berichtete zusammenfassend R. W. GURNEY, Bristol. Wenn auch noch keine vollständige quantenmechanische Lumineszenztheorie für die festen Stoffe vorliegt, die auf alle Einzelfragen Auskunft zu geben vermöchte, so gibt die auch auf den festen Zustand ausgedehnte wellenmechanische Beschreibungsweise doch die wesentlichsten Grunderscheinungen richtig wieder. Die Grundlage bildet die BRILLOUINsche Zonentheorie, nach der im Kristall jedes Elektron nicht mehr zu einem bestimmten Atom gehörig aufzufassen ist, sondern dem Kristallgitter als Ganzes zugehört. Auf diese Elektronen ist naturgemäß das PAULIsche Ausschließungsprinzip anzuwenden, d. h. keine zwei Elektronen des Kristalls können bei Berücksichtigung des Spins dieselbe Energie haben. Es gibt erlaubte und verbotene Energiebereiche mit bestimmtem Abstand voneinander, entsprechend den Energieniveaus beim Einzelatom. Der Isolator, der für die Lumineszenztheorie zugrunde zu legen ist, ist dadurch ausgezeichnet, daß bei hinreichend tiefer Temperatur das unterste Energieband voll besetzt, das nächst höhere jedoch leer ist. Erst durch Energieabsorption vermag ein Elektron in das höhere Energieband zu gelangen, ein positives Loch im Grundband hinterlassend, um schließlich nach jeweils verschiedenem Mechanismus und verschieden langer Zeit mit oder ohne Lichtausstrahlung in den Grundzustand zurückzukehren. Je nach der Abhängigkeit der Energie im oberen Band vom Ausbreitungsvektor lassen sich zwei verschiedene Arten von Kristallen unterscheiden. Die eine Art vermag im reinen Zustand zu fluoreszieren, z. B. gewisse Wolframate, die andere Art nur dann, wenn Aktivatoren eingebaut werden, z. B. Zinksulfide. Je nach Lage der von einem oder mehreren eingelagerten Aktivatoren herrührenden Störniveaus zwischen den erlaubten Energiebändern des Kristalls und je nach ihrer Elektronenbesetzung lassen sich recht verschiedene Übergangsmechanismen mit entsprechend unterschiedlicher Fluoreszenzemission, das Einfrieren von Lichtsummen und die Phosphoreszenz beschreiben. Auch die Tatsache, daß in manchen mit Fremdmetall aktivierten Leuchtstoffen weitere Metallzusätze, wie Nickel und Eisen, das Nachleuchten vermindern, ergibt sich zwanglos aus dem wellenmechanischen Bild. Auch das Auftreten mehrerer Fluoreszenzbanden läßt sich durch die Berücksichtigung der Energieverteilung in den einzelnen erlaubten Energiebändern verstehen. Einzelaussagen über die genaue spektrale Verteilung in den Lumineszenzbanden bereiten

jedoch noch Schwierigkeiten, ebenso die Temperaturabhängigkeit der Intensität in verschiedenen Emissionsbanden sowie auch der Einfluß der Konzentration des Aktivators. Die unter einschränkenden Bedingungen abgeleiteten Beziehungen für das Nachleuchten von Leuchtstoffen kann natürlich nur für spezielle Leuchtstoffgruppen Gültigkeit haben. So zeigen gewisse Zinksulfidphosphore ein Abklingen der Intensität, das sich gut durch die einfache Beziehung beschreiben läßt $J = \frac{J_0}{(1 + \alpha t)^2}$, wobei α = const. und t = die Zeit. Allgemeingültigkeit besitzt diese Beziehung, wie gesagt, jedoch nicht. Unter der Voraussetzung eines strahlungslosen Überganges des Leuchtelektrons vom angeregten Zustand in den Grundzustand leiten GURNEY und MOTT für die Temperaturabhängigkeit der Ausbeute die Beziehung ab: $\eta = \frac{1}{1 + \text{const.}\, e^{-W/kT}}$; const. $\gg 1$. Nach dieser Abhängigkeit der Ausbeute von der Temperatur wäre bei einer ganz bestimmten Temperatur ein besonders starker Abfall der Ausbeute zu erwarten.

J. EWLES, Leeds, berichtete über Versuche zur Erklärung der bei den Erdalkaliphosphoren vielfach auftretenden schmalen Emissionsbanden, die besonders bei tiefen Temperaturen mit überraschend konstanter Wellenzahldifferenz beobachtet sind, wie sie entsprechend auch von anderen Forschern bei den Alkalihalogenidphosphoren festgestellt wurden. Da diese Banden beim Einbau verschiedenster Aktivatoren unverändert auftreten, werden sie dem Grundgitter zugeschrieben, die konstante Wellenzahldifferenz wird als Grundschwingung des Kristallgitters aufgefaßt. Nachgeprüft wird diese Deutung insbesondere an CaO-, CaS-, SrO-, SrS-Phosphoren. Die Banden selbst werden in Beziehung zu den Bogenspektren des Ca bzw. Sr gesetzt. Die Zuordnung gelingt indessen nicht vollständig. In der Diskussion betonte HILSCH, daß nachzuprüfen wäre, ob nicht Gaseinschlüsse in den untersuchten Phosphoren vorhanden wären. Bei den Alkalihalogeniden werden nämlich ähnliche Emissionsbanden konstanter Wellenzahldifferenz gleicher Größenordnung festgestellt, wenn in ihnen Gase, zum Teil im Überdruck, gelöst enthalten sind.

Der von N. RIEHL, Berlin, zusammengestellte Bericht über die Ergebnisse seiner bisherigen Untersuchungen, die vornehmlich an Zinksulfidphosphoren gewonnen worden sind, wurde von R. FRERICHS vorgetragen. Bei Beschießung solcher Phosphore mit α-Teilchen wurde eine etwa 80proz. Lichtausbeute gemessen. Daraus läßt sich der Schluß ziehen, daß die Energieabsorption nicht von den Aktivatoratomen allein aufgenommen werden kann, sondern dazu jedes Zink- und Schwefelatom für sich in der Lage ist. Zur Erklärung der nachfolgenden Lichtemission muß eine ungestörte Energieübertragung bis über 20 Netzebenen im Gitter angenommen werden. Die Lumineszenz der Zinksulfide, Zinkkadmiumsulfide, der Erdalkalisulfide und Silikate zeichnen sich durch ein sehr kurzes Nachleuchten aus, welches wohl zu unterscheiden ist von der eigentlichen Phosphoreszenz, die sich einfrieren läßt, während dies für ersteres nicht zutrifft. RIEHL bezeichnet diesen Leuchtvorgang zur besseren Unterscheidung von der Phosphoreszenz als spontanes Nachleuchten (spontaneous afterglow). Ein weiterer Unterschied besteht darin, daß Phosphoreszenz hinsichtlich ihrer Anregung Sättigung zeigt, spontanes Nachleuchten läßt sich in seiner Intensität mit zunehmender Stärke der Anregungsenergie dagegen beliebig steigern, ohne daß sich bisher ein Sättigungseffekt gezeigt hätte. Außerdem konnte RIEHL zeigen, daß Aktivatoren, wie z. B. Cu in ZnS, keineswegs bevorzugt an Oberflächen adsorbiert werden, sondern daß diese gleichmäßig in den Kristallen verteilt sind. Das ließ sich durch Auflösen der betreffenden Luminophore in Säuren nachweisen. Trotz Abbau der Oberfläche und Verkleinerung der Leuchtteilchen ließ sich keine Änderung der Fluoreszenzfarbe feststellen. Als besonders bemerkenswert wird das Ergebnis herausgestellt, daß Aktivatoren schon bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen ein starkes Diffusionsvermögen besitzen, was über die Lumineszenz hinaus wesentliche Bedeutung besitzt für unsere Kenntnisse des Verhaltens der festen Stoffe. So vermag, wie TIEDE zuerst gezeigt hat, Cu schon bei 330° in das Zinksulfid einzudringen. Im Anschluß hieran wurde auch die Frage beantwortet, warum gewisse Schwermetalle in ganz bestimmten Grundstoffen als Aktivatoren wirken könenn. Schwermetalle können nur dort als Aktivatoren auftreten, wo sie in das Grundgitter eingebaut werden können. So kann Pb und Bi in CaS und SrS eingebaut werden und Lumineszenz bewirken, dagegen nicht in Zinksulfid.

L. J. DAVIES, Rugby, behandelte insbesondere das Gebiet der technischen Anwendungen der Leuchtstoffe, vornehmlich in der Beleuchtungs- und Fernsehtechnik. Die Bedeutung der Leuchtstoffe für die Beleuchtungstechnik beruht neben der Verbesserung der Lichtausbeute vor allem in der Möglichkeit der Herstellung von Licht beliebiger Farbtöne nicht nur zu Beleuchtungszwecken, sondern auch für Effekt- und Dekorationsbeleuchtung. Trotz der wirksamen Verwendung der neuen Lichtquellen zur Beleuchtung von Straßen, Plätzen, Gebäuden und für Reklamezwecke haben sich die neuen Leuchtröhren bis jetzt trotz ihrer besseren Lichtausbeute noch nirgends für Wohnraumbeleuchtung recht einführen lassen.

H. G. JENKINS, Wembley, berichtete über Messungen betreffend die Lichtausbeute von Luminophorröhren mit Neonfüllung. Während in den Anfängen der Entwicklung fast durchweg in den Luminophorröhren Quecksilberentladungen verwendet wurden, zeigt die neuere Verwendung von Edelgasen gewisse Vorteile. Spektral recht günstig liegt Neon. Wenn auch Quecksilberleuchtröhren anfangs eine bessere Lichtausbeute haben, so sinkt diese doch nach sehr langem Betrieb merklich ab, was für Neonleuchtröhren nicht zutrifft. Über eine Brenndauer von 5000 Stunden sind daher die mittleren Ausbeuten durchaus vergleichbar. Um die günstigsten Verhältnisse für die Anregungsbedingungen der Zinkorthosilikate mit Neon, die Art der Anregung und weitere wesentliche Einflüsse festzustellen, wurden umfangreiche Messungen über die Abhängigkeit der Helligkeit des Fluoreszenzlichtes von der Stromstärke, dem Neon-Gasdruck und den Rohrdurchmessern ausgeführt.

R. TOMASCHEK, Dresden, behandelte eine recht interessante Anwendung der Phosphoreszenzspektren für die Strukturuntersuchung fester und flüssiger Stoffe. Wie äußere stärkere elektromagnetische Felder den Emissionsvorgang zu beeinflussen vermögen, so beeinflussen auch starke innere Felder den Emissionsprozeß eines Leuchtzentrums. Für die Strukturforschung ist die Umkehrung von Interesse, der Rückschluß von Änderungen in den Lumineszenzspektren auf die Feldverhältnisse in der Umgebung des strahlenden Leuchtzentrums. Bei diesen Strukturuntersuchungen haben sich nun die Leuchtstoffe als besonders geeignet erwiesen, die sich durch eine linienhafte Emission auszeichnen. In erster Linie also die seltenen Erden

sowie die Aktivatoren Cr, Ni, Co. Diese an kristallinen Stoffen bereits erprobte Methode hat TOMASCHEK nun zur Untersuchung der Gläser angewendet. Die verschieden starke Bindung der Ionen kann direkt z. B. aus der Verschiebung der Nullinie des Eu^{+++} festgestellt werden, und zwar entspricht einer stärkeren Bindung eine Verschiebung der Nullinie nach längeren Wellen. Hinsichtlich der Bindungsfestigkeit im Glas ergibt sich danach das bemerkenswerte Resultat, daß Glas keineswegs zwischen festem Körper und Flüssigkeit liegt, sondern die Reihenfolge gilt; Kristall, Flüssigkeit, Glas. Im Glas ist also die Bindung am schwächsten. Diesem Befund am besten angepaßt ist die Vorstellung von ZACHARIASEN, wonach Glas als ein unregelmäßiges Netzwerk aufgefaßt wird. Werden nun die Ionen der seltenen Erden in dieses Netzwerk eingebaut, so erhält man statt des Linienspektrums ein für das Glas typisches diffuses Spektrum. Dieses Spektrum, das sich nur äußerst wenig mit der Zusammensetzung des Glases ändert, ist für den Glaszustand charakteristisch und läßt sich nicht als Überlagerung verschiedener Linienspektren deuten. Es ist daher auch gleichgültig, ob man einen Aktivator rein oder im Kristallgemisch der Glasschmelze zusetzt. Aus der im Vergleich zu Lösungen asymmetrischen Intensitätsverteilung im Glasspektrum muß man auf besonders asymmetrische molekulare Feldkräfte im Glas schließen. Von den Lösungen dagegen läßt sich zeigen, daß ihnen eine Art kristalliner Struktur zugesprochen werden muß.

G. DESTRIAU, Cauderan, gab eine zusammenfassende Übersicht über die bisherigen Untersuchungen des Einflusses hoher elektrischer Felder auf die Leuchtstoffe, wozu er selbst sehr wertvolle Beiträge geliefert hat. Auf dreierlei Weise vermag ein äußeres elektrisches Feld auf den Leuchtstoff einzuwirken:

1. Ausleuchtung aufgespeicherter Lichtsummen,
2. Beschleunigung der Ausleuchtung bei Ultraroteinstrahlung,
3. Lumineszenzerzeugung im Phosphor unter dem Einfluß starker elektrischer Wechselfelder.

Steigert man gleichmäßig das an den Phosphor angelegte äußere elektrische Feld, so beobachtet man zunächst einen Anstieg des Leuchtens, dann das Auftreten eines Intensitätsmaximums und daran anschließend eine ständige Abnahme. Dieser Effekt läßt sich mit Hilfe einer endlichen, wenn auch kleinen Leitfähigkeit der lumineszierenden Kristalle erklären und sich auch mathematisch einfach beschreiben. Legt man an den Phosphor ein sinusförmiges elektrisches Wechselfeld, so bildet sich auch im Innern ein sinusförmiges Wechselfeld aus, doch folgt es wieder infolge eines geringen Leitvermögens erst mit einer Zeitverzögerung dem äußeren Feld. Für die Helligkeit der durch solche äußere elektrische Wechselfelder erzeugten Lumineszenz findet DESTRIAU eine für sehr viele untersuchte Phosphore in weiten Grenzen gut bestätigte exponentielle Abhängigkeit der Helligkeit vom angelegten Feld. Danach ist die Helligkeit $H = A \cdot e^{-B/Ea}$.

Die Konstante A hängt von der Oberflächendichte des Leuchtstoffes ab, die Konstante B ist dagegen eine Materialkonstante, die um so kleiner ist, je empfindlicher der Leuchtstoff sich den Feldkräften gegenüber verhält.

Für Willemit und viele Zinksulfide läßt sich dieser Effekt schon bei Feldstärken von 10 kV/cm eines 50-periodischen Wechselfeldes nachweisen. Für viele andere Leuchtstoffe muß man indessen bis zu 100 kV/cm gehen.

Aus theoretischen Überlegungen läßt sich die Konstante B berechnen, und zwar gilt $B = \frac{U}{e \cdot l}$, wobei e = Ladung des Elektrons, U = die für den Elektronenübergang erforderliche Energie, l = die mittlere freie Weglänge. Aus den gemessenen Konstanten B ergeben sich für die Elektronen hiernach recht beträchtliche mittlere freie Weglängen im Phosphorkristall von 10^{-5} bis 10^{-6} cm in guter Übereinstimmung mit Werten, wie sie aus Leitfähigkeitsmessungen gewonnen worden sind.

Der letzte, dritte Fragenkomplex, der auf der Tagung behandelt wurde, betraf die Erscheinungen der Chemilumineszenz. Zu Beginn dieser Besprechungen führte der Präsident, Prof. M. W. TRAVERS, ein älteres Experiment der reversiblen Chemilumineszenz vor. Im Innern eines Glasgefäßes, das Titantetrajodid enthielt und in das ein Wolframheizdraht eingeschmolzen war, wurde durch Erwärmung des Gefäßes von außen Titantetrajodiddampf erzeugt und elektrisch der Wolframdraht zum Glühen gebracht. An den heißen Stellen des Drahtes dissoziierte der Dampf, an den kälteren Stellen des Gefäßes rekombinierten die Komponenten wieder unter Emission einer roten Chemilumineszenz, die infolge der sich ausbildenden Strömung flammenartig von dem Glühdraht aufstieg. Ob der zugrunde liegende Elementarprozeß nach der Gleichung $TiJ_4 \rightleftarrows TiJ_3^+ + J^-$ verläuft oder in anderer Weise, war umstritten. Die absolute Lichtausbeute war jedenfalls gering.

Die allgemeinen theoretischen Grundlagen der mit Lichtaussendung verknüpften chemischen Reaktionen setzte J. WEISS, Newcastle-upon-Tyne, auseinander. Ganz allgemein kann man solche Reaktionen als Rekombinationsprozesse zwischen Atomen, Radikalen, Ionen und Elektronen auffassen. Quantenmechanisch ist das Auftreten von Chemilumineszenz immer dann möglich, wenn zwei Potentialkurven oder -flächen des jeweils betrachteten Systems sich schneiden, oder aber sich zumindest an einer Stelle so nahekommen, daß eine Wechselwirkung möglich wird. Handelt es sich speziell um den Übergang eines Elektrons zwischen zwei Radikalen oder zwei Ionen, wie es in Lösungen häufig der Fall ist, so vermag Chemilumineszenz dann aufzutreten, wenn sich die Potentialkurven für die beiden Elektronenzustände schneiden oder sehr nahekommen, was z. B. dann eintreten kann, wenn sich die zu den Elektronenzuständen gehörigen Energien nur hinreichend wenig voneinander unterscheiden. Bleibt durch einen Elektronenübergang an einer solchen kritischen Stelle ein Molekül oder ein Atom im angeregten Zustand zurück, dann vermag dieses mit endlicher Wahrscheinlichkeit unter Lichtemission in den Grundzustand zurückzufallen. Die Gesamtwahrscheinlichkeit des Auftretens der Chemilumineszenz ergibt sich danach aus dem Produkt der Zeit des Aufenthaltes des Systems im kritischen Gebiet kleinster Potentialdifferenz der Potentialkurven und der Wahrscheinlichkeit des mit Lichtemission verknüpften Überganges vom angeregten Zustand in den Grundzustand. Diese Betrachtungen wurden angewendet auf Oxydationsprozesse, die mit Chemilumineszenz verknüpft sind. Kann man z. B. in einer organischen Verbindung ein Wasserstoffatom durch ein Radikal der Form AH_2 ersetzen, so kann es durch einen Oxydationsprozeß $AH_2 \rightarrow AH$ und elektrolytische Dissoziation $AH \rightleftarrows A^- + H^+$ und die bereits oben besprochene Reaktion $AH + A^- \rightleftarrows AH^- + A^*$ zur Bildung eines angeregten Moleküls A^* kommen, das dann die Chemilumineszenz ergibt. Behandelt wurden auch noch Oxydationsprozesse der Biolumineszenz.

Die kurz referierte Arbeit von D. H. K. DREW, London, wies insbesondere auf die großen Schwierigkeiten hin, die heute noch auf dem Gebiet der Chemilumineszenz bestehen. Wirkliche Lichtausbeuteangaben lassen

sich im allgemeinen überhaupt noch nicht machen, da nicht einmal alle sich abspielenden Reaktionen und ihr Einfluß erkannt sind. Behandelt wurden so in kritischer Sichtung der bisherigen Ergebnisse die folgenden mit Chemilumineszenz verknüpften Gruppen:

1. Die Grignard-Reagenzien;
2. Die Dimethyldiacridylium-Salze;
3. Die Cyclo-Phtalsäurehydrazide.

Die Arbeit von R. AUDUBERT, Paris, behandelte die merkwürdige Erscheinung, daß bei einer ganzen Reihe chemischer Verbindungen, z. B. bei der Neutralisation starker Basen durch starke Säuren, eine Emission sehr kurzwelligen Lichtes auftritt, von allerdings sehr geringer Intensität, so daß zu seiner Messung spektral verschieden empfindliche Zählrohre benutzt werden mußten. Bei einer Temperatur von 410° bei NaN_3 und von 280° C bei AgN_3 ergaben sich übereinstimmende Emissionsbanden bei 1975 A, 2150 A, 2800 A, 2400 A, die daher dem Stickstoff zugeschrieben wurden. Die Diskussion über den zugrunde zu legenden Dissoziationsvorgang kam jedoch zu keinem eindeutigen Ergebnis. Es wird die Hoffnung ausgesprochen, durch Verbesserung der Meßanordnung nicht nur Reaktionen zwischen den Molekülen, sondern auch Umwandlungen in den Molekülen selbst auf diese Weise näher verfolgen zu können.

M. POLANYI, Manchester, berichtete über die Lumineszenz des Natriumdampfes in hochverdünnten Flammen. Durch verbesserte Versuchsbedingungen (konzentrische Halogengaszufuhr in den Natriumdampf und Wahl geeigneter Gasdrucke) ließen sich bei der Reaktion des Natriumdampfes mit den Halogenen recht hohe Lichtausbeuten erzielen, z. B. für $Na + Cl_2$ bis zu 0,8, für $Na + J_2$ bis zu 0,40, für $Na + HgCl_2$ bis zu 0,12, für die Reaktionen von Na mit $CdCl_2$, $CdBr_2$, CdJ_2 dagegen nur Ausbeuten zwischen 0,015—0,008. Im ersteren Falle findet also eine fast völlige Umsetzung der Reaktionsenergie in Licht statt. Absolut ließen sich mit dieser Chemilumineszenz Lichtstärken bis zu einer Kerze erzielen. Der Grund für die geringe Lichtausbeute bei den komplizierteren angegebenen Reaktionen wird darin gesehen, daß erstens allgemein die Energieverteilung des angeregten Moleküls NaX^* (X vertritt die Halogene) durch Störreaktionen so verändert werden kann, daß eine wirksame Reaktion mit dem Natriumdampf teilweise nicht stattfinden kann, zweitens die Energieaufnahme des für die Reaktion mit dem Natriumatom wichtigen, angeregten Moleküls NaX^* bei komplizierteren Reaktionspartnern (mit größerer Zahl innerer Freiheitsgrade) besonders schlecht ist.

Über noch kompliziertere Reaktionen des Natriumdampfes, und zwar mit organischen Halogenverbindungen, berichtete C. E. H. BAWN, Bristol. Alle gesättigten organischen Dihalogenverbindungen zeigen, soweit sie bisher untersucht wurden, die Na-Linien-Chemilumineszenz, wie sie schon vorher im Reaktionstypus Natriumdampf + Trimethylenbromid entdeckt worden waren. Organische Monohalogenverbindungen zeigen mit Natriumdampf im allgemeinen keine Chemilumineszenz. Bei den Methylenhalogeniden, die wieder die Na-Linien-Chemilumineszenz zeigen, wird die zur Anregung des Natriums erforderliche Energie durch das Auftreten einer Doppelbindung des Kohlenstoffes im Methylen gegenüber vorher einfachen Bindungen im Methylenhalogenid aufgebracht. Ein Vergleich zwischen der Wirkung des Äthylendibromids und des Äthylenbromids erweist erstere als wesentlich stärker mit einer Lichtausbeute von 0,01—0,02. Näher diskutiert wurden auch noch die Reaktionen des Na-Dampfes mit Propandihalogeniden sowie Butan- und Isobutandihalogeniden. Daß die Chemilumineszenz aller dieser untersuchten organischen Verbindungen bei der Reaktion mit dem Na-Dampf im allgemeinen recht lichtschwach ist, ergibt ein Vergleich der erzeugten Helligkeiten von $HgCl_2 : CH_2BrCH_2Br : CdI_2 = 33 : 3 : 1$.

Ein Überblick über die auf dieser Tagung in Oxford in Vortrag und Diskussion zusammengetragenen theoretischen wie experimentellen Ergebnisse der Forschung auf diesem Gebiet der Leuchterscheinungen führt zu der erfreulichen Feststellung, daß in Einzelproblemen wie auch in einer Reihe grundsätzlicher Fragen auf diesem physikalisch-chemischen Grenzgebiet in den letzten Jahren merkliche Fortschritte erzielt worden sind. Trotzdem bleibt insbesondere auf dem Gebiet der Lumineszenz von Flüssigkeiten und der Chemilumineszenz noch viel zu tun übrig.

Nicht unerwähnt bleiben darf zum Schluß die in politisch bewegter Zeit außerordentlich gastfreundliche Aufnahme der fremden Tagungsteilnehmer durch die Faraday Society. Das Zusammenwohnen und Zusammensein auch außerhalb der wissenschaftlichen Verhandlungen in dem altehrwürdigen und schönen Exeter College in Oxford hat sicherlich zur Vertiefung des gegenseitigen Verstehens beigetragen und manchen wertvollen persönlichen Kontakt hergestellt.

Besprechungen.

Forschung und Prüfung. 50 Jahre Physikalisch-Technische Reichsanstalt. Herausgegeben von J. STARK. Leipzig: S. Hirzel 1937. VII, 309 S., 12 Bildnisse und 11 Abbild. 16 cm × 24 cm. Preis RM 10.—, geb. RM 12.—.

Der Hauptteil des Buches gibt eine Übersicht über die wesentlichsten Untersuchungen und Prüfungen, die in den verschiedenen Abteilungen seit Bestehen der Anstalt bearbeitet wurden und besonders zur Zeit bearbeitet werden. Andere Teile behandeln die Gründung und die Entwicklung der Reichsanstalt, enthalten kurze Angaben über die Tätigkeit und die wissenschaftliche Bedeutung der früheren (und auch des jetzigen) Präsidenten sowie über deren Auffassung von ihrem Amt und dem Wesen der Reichsanstalt. Diese genannten anderen Teile sind nicht frei von persönlichen Bemerkungen und subjektiven Ansichten, die zwar psychologisch interessant, aber nicht alle richtig sind. Zur Verwendung des Buches für eine Geschichte der Physik ist auf alle Fälle ein Quellenstudium zu empfehlen. Nur den gegen die deutschen Hochschulinstitute und ihre Leiter in ihrer Gesamtheit erhobenen Vorwurf muß ich hier zurückweisen: „Es wurden nicht mehr ‚Physiker' sondern ‚Spezialisten' ausgebildet (S. 47)".

WALTHER GERLACH, München.

FREY-WYSSLING, A., **Submikroskopische Morphologie des Protoplasmas und seiner Derivate.** (Protoplasma-Monographien, Bd. 15.) Berlin: Gebrüder Borntraeger 1938. XIV, 317 S. und 138 Abbild. 14 cm × 22 cm. Preis geb. RM 22.—.

Zwischen die *zytologische* (mikroskopische) *Morphologie* und die *molekulare* (Strukturchemie) schaltet sich als Bindeglied die *Feinbau-* oder *Micellarlehre* (submikroskopische Morphologie). Sie zu erschließen, ist vom sichtbaren Gebiet her die *Phasenlehre*, vom amikroskopischen her die *Strukturlehre* behilflich. Diese beiden Disziplinen erörtert daher Verf. als Einführung höchst eindringlich und anschaulich, erläutert von reizenden Bildern. Es handelt sich vornehmlich um die Begriffe Homogenität, Phasenbegriff der Thermodynamik und

der Kolloidchemie, um Koazervation, Kristallstruktur, Strukturchemie, Struktur der Phasengrenzen und flüssiger Kristalle.

Dann wendet Verf. sich der *Micellarlehre* (Lehre von der Gelstruktur) zu. Die biologisch wichtigen Gele bestehen aus *Fadenmolekeln* hochpolymerer Stoffe (Proteine, Polysaccharide), die an den Überschneidungspunkten (Haftpunkten) durch verschiedenartige Kräfte zusammengehalten werden. Ein lockeres *Molekulargerüst* solcher Art kann bis über 90% Wasser in seinen Lücken fassen und zeigt doch plastische Deformierbarkeit und Elastizität. Je zahlreicher die Ketten und Haftpunkte werden, um so mehr nehmen die plastischen Eigenschaften ab, die elastischen aber zu. Bei Quellung erweitert das Wasser die Gerüstlücken, aber so lange die Haftpunkte nicht gelöst werden, bleibt die Quellbarkeit begrenzt. Ein solches Gel aus einzelnen Fadenmolekeln ist physikalisch-chemisch homogen, also einphasig (Pseudophase). Legen sich aber bei konzentrierteren Gelen die Molekeln zu Strängen zusammen, streckenweise unter raumgittermäßiger Ordnung, so wird das Gel zweiphasig, besteht aus einer kristallinen und einer amorphen Phase. Trotzdem kann man nicht von Dispersionsmittel und disperser Phase sprechen, da das Gerüst und die die Lücken erfüllende Substanz in sich kontinuierlich sind.

NÄGELI verstand unter *Micell* ein *längliches kristallines Submikron* und er nahm an, daß die „organisierten Substanzen" (Stärke, Cellulose) aus Micellen beständen, die durch intermicellare Kittsubstanzen zusammengehalten würden; bei der Quellung dringt Wasser zwischen die Micelle, bei der Lösung werden die Micelle isoliert. Diese Vorstellung erhielt sich auch im wesentlichen, nachdem röntgenographisch in den Cellulosefasern usw. Kristallite nachgewiesen wurden: Kittsubstanzen oder Kohäsionskräfte wurden für ihren Zusammenhalt verantwortlich gemacht. Gegen eine solche Auffassung bestehen aber erhebliche Bedenken: Die organisierten Substanzen können eine große Menge Quellungswasser aufnehmen, ohne den Zusammenhalt zu verlieren; die (selbst im gequollenen Zustand) beträchtliche Zugfestigkeit von Cellulosefasern wäre kaum verständlich, wenn die Faser aus unverbundenen (durch Wasser getrennten) Kristalliten zusammengestückelt wäre; da in den Micellen die Fadenmolekeln durch Kohäsionskräfte zusammengehalten werden (Molekelgitter), würde kein wesentlicher Unterschied zwischen den intra- und intermicellaren bindenden Kräften bestehen; in den Lösungen der Cellulose lassen sich röntgenographisch keine Micelle nachweisen, es liegen vielmehr isolierte Fadenmolekeln vor; diese aber sind viel länger als die röntgenographisch nachgewiesenen Kristallite. Alles dies drängt zur Vorstellung, daß in den Fasern die „Micelle" in der Längsrichtung zusammenhängen, nur die gittermäßig geordneten Bereiche in den Bündeln parallelisierter Fadenmolekeln darstellen. Da nun die Kolloidchemiker unter „Mizelle" ein Kolloidteilchen mitsamt seiner elektrischen Ladung verstehen, und also leicht Unklarheiten im Hinblick auf das hier behandelte Micell eintreten, so möchte Verf. den Terminus Micell bei Gelen überhaupt vermeiden, dagegen Micellarlehre, -gerüst und die Adjektive micellar (Kolloide mit Struktur) und intermicellar, intramicellar für die Lokalisierung von Vorgängen beibehalten. Die (festen, flüssigen oder gasförmigen) Stoffe in den Zwischenräumen eines Micellargerüstes heißen Intermicellarsubstanzen, die in den Lücken eines Molekulargerüstes Interstitialsubstanzen. Unter Struktur versteht Verf. eine bestimmte gegenseitige Lage der submikroskopischen morphologischen Einheiten; alle festen Zustandsformen besitzen also Struktur, auch die amorphen Phasen. Abschnitte über Optik und Röntgenoptik der Gele beschließen den I. Teil.

Der II. Teil behandelt den Feinbau von Protoplasma, Kern, Chloroplasten. Im *Zytoplasma* treten die Eiweißfadenmolekeln durch die Endgruppen ihrer Seitenketten nicht nur mit lipophilen und hydrophilen Gruppen anderer Plasmabestandteile in Beziehung, sondern sie reagieren auch mit den Seitengruppen benachbarter Polypeptidketten durch (homöo- und heteropolare) Kohäsions- und Valenzbindungen und liefern so ein Molekulargerüst. Dessen Haftpunkte, die auf die verschiedenen physiologischen Einflüsse (Temperatur, Quellung, p_H, Redoxpotential) in verschiedener Weise ansprechen, werden nun im lebenden Plasma *fortwährend umgebaut*. Mit solcher Vorstellung gelangt man zu einem Verständnis des hohen Wassergehaltes des Plasmas (das Wasser liegt im Interstitium des Polypeptidgerüstes), seiner Fluidität und Plastizität (zeitweiliges Lösen einzelner Haftpunkte), der Spinnfähigkeit (Parallelisierung der Fadenmolekeln). Diese Theorie vom *Molekulargerüst* besitzt Beziehungen zur *Flemmingschen Filartheorie*; bei der Fixierung werden nämlich die Fadenmolekeln durch gerichtete Koagulation zu gröberen Strängen zusammentreten und mikroskopisch sichtbar werden. Regelrechte *Fixierung* stellt keineswegs eine Entmischung des Plasmas dar, sondern nur eine Strukturvergröberung: Alkohol dehydratisiert die Kohäsionsbindungen, oxydierende Mittel (Chrom-, Osmiumsäure) verfestigen die vom Redoxpotential abhängigen labilen homöopolaren Hauptvalenzbindungen, Formol schlägt Brücken zwischen benachbarten Polypeptidketten nach Art der Poloxymethylenpolymerisation. *Entmischung* des Plasmas beruht vielmehr wesentlich darauf, daß seine Bestandteile, insbesondere Protein, Lipoid und Wasser sich nicht mehr das Gleichgewicht halten, so daß die Molekeln gleicher Art sich zusammenscharen und durch Phasengrenzen vom übrigen Plasma abtrennen. Bei der *Vakuolenbildung* scheidet sich das *Wasser* aus, wobei das Molekulargerüst des Plasmas sich im Umkreis der Vakuole verdichtet und Lipoide sich in der Grenzfläche ansammeln. Häufung von Eiweißstoffen führt bei *Proteinen* von kleinem Molekulargewicht zur Kristallisation oder Bildung von *Aleuronkörnern*, bei hochmolekularen Eiweißstoffen zum Entstehen plasmatischer *Fibrillen*. Da im Protoplasma von den stereoisomeren Aminosäuren nur die Linksformen auftreten, so muß in ihm für jede molekulare Formgebung ein adäquater Formbildner vorhanden sein. Das ist der Hauptgrund, warum dem Zytoplasma nicht die Natur einer formlosen Flüssigkeit innewohnen kann, sondern ein Gerüst von bestimmter molekularer Formgestaltung zukommen muß. „Spezifisch Geformtes kann nur durch Vermittlung von entsprechend Geformtem entstehen."

Auch im *Zellkern* (*Arbeitskern*) ist ein Proteinmolekulargerüst anzunehmen, an das Nukleinsäure gebunden ist und dessen Maschen vom Enchylema erfüllt sind. Bei den *Chromosomen* hat man sich vorzustellen, daß ein durchgehender Eiweißfaden an bestimmten Stellen mit Nukleinsäure besetzt ist, die in salzartige Verbindung mit dem Eiweiß tritt. Dabei müssen gemäß der Doppelbrechung die Nukleinsäureketten *parallel* den Polypeptidketten verlaufen (vgl. hierzu auch W. J. SCHMIDT, Naturwiss. **26**, 413; FREY behandelt leider nicht die *Chironomus*chromosomen, bei denen dieser Schluß am bündigsten zu ziehen ist). Eine solche Vorstellung genügt sowohl der Teilbarkeit des Gensubstrates in der Längsrichtung des Chromosoms als auch der linearen Anordnung und Austausch-

barkeit der Gene, die als besonders konfigurierte Seitenketten der Polypeptidmolekeln aufzufassen sind. Betreffs Bedeutung der Nukleinsäure entwickelt Verf. die Hypothese, daß diese Seitengruppen, die im Arbeitskern reaktionsfähig sein müssen, bei der *Teilung* durch Nukleinsäure *abgeschirmt* werden. Es besitzen demnach die Polypeptidketten im Chromonema nicht über ihre ganze Länge spezifische Gruppen.

Die *Chloroplasten* bzw. ihre Grana bestehen aus abwechselnden Schichten von Eiweiß und Lipoid, deren gegenseitige Beziehung an Hand der in der Literatur gegebenen optischen, chemischen und physiologischen Daten eingehend erörtert wird.

Der III. Teil behandelt den Feinbau der *Plasmaderivate* (Zellwände, Chitin, Seide, Keratin, Kollagen, Muskelfasern, Myelinscheide des Nerven, Eiweißkristalloide, Stärkekörner) zum Teil auf Grund der bekannten eigenen Untersuchungen des Verf., zum Teil fußend auf den Daten der Literatur; ein näheres Eingehen darauf kann hier unterbleiben, da diese Dinge weiteren Kreisen geläufig sind.

Das Buch von FREY-WYSSLING muß als eine hervorragende Leistung bewertet werden: Noch niemals bisher sind die allgemeinen Unterlagen physikalischer und chemischer Art für die Erforschung biologischer Feinstrukturen so klar vom Biologen dem Biologen erläutert worden. Und da, wo der Verf. als Botaniker spricht, macht sich eine ungewöhnliche Beherrschung der morphologischen und der physiologischen Seite der Probleme bemerkbar. Die ganze Darstellung ist durchwoben von vielen klugen und eigenartigen Gedanken, von denen das hier Herausgehobene nur eine allgemeine Vorstellung geben kann; so fesselt das Buch den Leser auch da, wo er in diesem oder jenem anderer Meinung sein kann als der Verf.

W. J. SCHMIDT, Gießen.

KUHN, OSKAR, **Die Phylogenie der Wirbeltiere auf paläontologischer Grundlage.** Jena: Gustav Fischer 1938. VIII, 94 S. und 76 Abbild. 16 cm × 24 cm. Preis brosch. RM 4.50.

Die Zielsetzung des Buches wird vom Titel angezeigt; es wendet sich anscheinend besonders an diejenigen Zoologen, die mit den Ergebnissen der Paläozoologie weniger vertraut sind. Verf. ist bestrebt, den Text möglichst kurz zu halten; er verzichtet fast ganz auf eine Darstellung der Morphologie und der Geschichte der Wirbeltiere. In der Art eines großen Übersichtsreferates werden die in den letzten Jahrzehnten von maßgebenden Spezialisten geäußerten Ansichten über die phylogenetische Bedeutung der einzelnen Wirbeltiergruppen zusammengefaßt. Die Darstellung der Ordnungen beschränkt sich auf die Herausarbeitung von Differentialdiagnosen; von beschreibenden und erläuternden Definitionen wird abgesehen. Das Buch stützt sich besonders auf die Literatur der letzten zwei Jahrzehnte. Die fossilen Reptilien werden nur teilweise behandelt; der Verf. verweist hier auf andere Werke und auf sein Buch „Die fossilen Reptilien" (vgl. Naturwiss. **1938**, Heft 11). Die Kürze des Textes gestattete, den Preis des Buches verhältnismäßig niedrig zu halten.

W. GROSS, Berlin.

Der neue deutsche Walfang. Ein praktisches Handbuch seiner geschichtlichen, rechtlichen, naturwissenschaftlichen und technischen Grundlagen. Im Auftrage des Reichsministeriums für Ernährung und Landwirtschaft und des Reichswirtschaftsministeriums unter Mitarbeit namhafter Fachleute herausgegeben von NICOLAUS PETERS. Hamburg: „Hansa", Deutsche Nautische Zeitschrift, Carl Schroedter 1938. VIII, 236 S. und 73 Abbild. 15 cm × 23 cm. Preis geb. RM 6.50.

Der ausführliche Titel kennzeichnet Zweck und Inhalt des Buches, nämlich in enger Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis die vielseitigen Grundlagen des Walfanges darzulegen und seine heutigen Möglichkeiten wie seine Zukunft zu klären. Schon allein die Fettversorgung durch den Walfang sei ein so wichtiges Ziel, daß die Fangfahrten wie deutsche Kolonien in der Antarktis angesehen werden könnten, doch auch die Verwertung des Fleisches, der Drüsen und einzelner Organe könne Bedeutung erlangen.

In dem Abschnitt über die biologischen Grundlagen unterscheidet Dr. N. PETERS bei der ersten Hauptgruppe, den Bartenwalen, zwischen den Glatt- oder Right-Walen und den Furchenwalen oder Rorquals die Grauwale, die mit beiden Familien etwa gleichviele Eigenschaften gemein haben. Bei den Glattwalen werden 3 und bei den Furchenwalen 6 Hauptformen unterschieden, und dann bei der zweiten Hauptgruppe, den Zahnwalen, Pottwalartige und Delphine, beide mit zahlreichen Untergruppen. Alle Arten werden kurz und übersichtlich charakterisiert, ebenso ihre Biologie. Sehr wertvoll ist die Mitteilung der heutigen internationalen Walabkommen, des deutschen Walfanggesetzes und der Reichstarifordnung mit der Organisation zu ihrer Erfüllung, nicht minder die Angabe über den Fang und die Verwertung, nebst Zahlentafeln und Verzeichnissen. Bei der Darlegung der geographischen Grundlagen hätte hervorgehoben werden sollen, daß die besten Fanggründe in der Nähe der Treibeisgrenze zwar in antarktischem Wasser, doch in der subantarktischen Zone liegen, durch welche sich jenes Wasser — nur an der Oberfläche — vom Kontinentalschelf bis zur subantarktischen Konvergenz — nach Norden vorschiebt. Sonst ist diese subantarktische Zone von der antarktischen in den Eigenschaften ihrer Atmosphäre und ihres Tiefenwassers wie auch biologisch wesentlich verschieden, was im Vorkommen und Leben der Wale stark zum Ausdruck kommt und für den Fang von Bedeutung ist.

E. v. DRYGALSKI, München.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Am 8. Januar 1938 sprach Herr A. HAUSHOFER, Berlin, über das Thema: **Japan im ostasiatischen Raum.** Der Vortr., der Gelegenheit hatte, in den ersten Monaten des großen japanisch-chinesischen Konflikts das Land zu bereisen, erörterte in anregender Weise die gerade im Hinblick auf diesen Konflikt interessierenden Probleme der geopolitischen Lage Japans. Zwei große Bevölkerungsströme sind in diesem Lande zusammengetroffen. Der eine kam von Süden, wo sich der Inselbogen über Gruppen kleinerer Inseln bis zu den Philippinen fortsetzt, der andere über die Landbrücke von Korea, wahrscheinlich aus dem mandschurisch-koreanischen Grenzgebiet. Beide Gruppen sind in vorgeschichtlicher Zeit miteinander verschmolzen und haben eine wohl den ostsibirischen Völkern nahestehende Gruppe nach Norden abgedrängt, die aber in weit höherem Maße, als gewöhnlich geglaubt wird, in die Bevölkerung Nordjapans eingegangen ist. Auf dem zweiten Wege sind nicht nur Menschen gekommen, sondern auch große kulturelle Einflüsse: der Buddhismus und in seinem Gefolge die alte große chinesische Kultur.

Dieses Land hatte nun die Aufgabe, sich mit der fremden europäischen Welt auseinanderzusetzen, die im 19. Jahrhundert an seinen Küsten erschien. Die Bevölkerungszahl war damals ziemlich stabil, sie betrug 1721 (zur Zeit der ersten japanischen Volkszählung)

etwa 27—28 Millionen, 1850 etwa 30 Millionen. Nach der Aufschließung des Landes seit 1860 setzte dann eine sprunghafte Entwicklung ein. Heute zählt die japanische Bevölkerung etwa 70 Millionen, ohne daß in diesem Zeitraum die Kulturfläche wesentlich ausgedehnt worden wäre. Dafür ist allerdings die Ergiebigkeit des Reisbodens in den letzten 50 Jahren um etwa 60% gesteigert worden. Die Kulturfläche Japans umfaßt 15—17% der Gesamtfläche des Landes, d. i. etwa ein Drittel von dem, was in Europa prozentual verfügbar ist. Die Möglichkeiten, die Anbaufläche auszudehnen, sind nach den Untersuchungen der Regierung sehr gering; gewisse Reserven bietet noch die Waldwirtschaft im Norden des Landes.

Schon in der stabilen Zeit ist das Land im wesentlichen saturiert. Die Vermehrung kommt auf die Städte, und so ist eine weitgehende Verstädterung und in den letzten Jahrzehnten eine Hochindustrialisierung eingetreten, die sich räumlich auf wenige Zentren beschränkt. Die Rohstoffbasis dieser Industrialisierung ist zum Teil sehr ungünstig, weil sie außen-abhängig ist. Das gilt z. B. von der auf der alten Seidenwirtschaft aufgebauten Baumwollindustrie. Baumwolle kann in Japan nicht angebaut werden, ist also ein völlig fremdbürtiger Rohstoff, der hauptsächlich aus den USA. bezogen wird. Auch für Eisen und Öl bestehen große Versorgungsschwierigkeiten.

Geht man den Ursachen der Industrialisierung nach, so ergibt sich folgendes Bild. In der Mitte des 19. Jahrhunderts stand dieses bis dahin abgeschlossene Volk vor der Tatsache, daß die Kontinuität des Landes bedroht war, und zwar durch eine Kultur, die durch Naturwissenschaft und Technik mächtig war. Die Gefahr kam von 2 Seiten: von den Seemächten, die Japan finanziell erschlossen, und von Rußland, das einen beherrschenden Einfluß auf Korea anstrebte. Um diesen Gefahren begegnen zu können, mußte Japan die fremde Zivilisation und damit natürlich auch das Geistige, das dahinter steht, bis zu einem gewissen Grade übernehmen. Durch das entstehende Hin und Her von Ablehnung und Annahme ist das japanische Volk außerordentlichen Zerrungen seines Gefüges ausgesetzt, die aber durch starke Staatsführung und ein bewundernswertes Staatsbewußtsein und Pflichtgefühl überwunden werden.

Nach außen hin befindet sich Japan somit in einer Abwehrstellung, die manchmal auch in erfolgreiche Angriffshandlungen übergeht. Die Abwehr des russischen Griffes nach Korea führte zum weiteren Vorstoß auf das Festland. Hier bestehen allerdings Probleme, die durch die staatliche Macht allein nicht zu lösen sind. In der gleichen Zeit nämlich, in der eine langsame Erschließung der Mandschurei vor sich gegangen ist, hat ein Strom von Chinesen in dieses Land eingesetzt — heute etwa 30 Millionen Menschen —, die nicht mehr von diesem Boden zu entfernen sind. Was in diesen Räumen noch verfügbares Siedlungsland ist, ist klimatisch für den Japaner nicht geeignet; der Chinese ist hier überlegen. So ist zu verstehen, daß es Japaner gibt, die sehnsüchtig nach Süden sehen, dem Herkunftsland, wo es noch Raum für viele Millionen Menschen und außerdem Rohstoffmöglichkeiten gibt.

Auch die japanische Exportoffensive hatte den tiefen Hintergrund der Selbstverteidigung. Als die Exportziffern seit 1934 rückläufig wurden, sah sich Japan genötigt, den Export notfalls auch unter politischem Druck zu stärken.

Es ist eine Mischung von realpolitischen und idealen Erwägungen, die dem japanischen Streben nach der Vormachtstellung auf dem ostasiatischen Kontinent zugrunde liegen. Die heutige Entwicklung hat angefangen aus unklaren Verhältnissen an der nordchinesisch-mandschurischen Grenze; der letzte Grund war die Sorge, daß das Nationwerden eines verwandelten Chinas an der chinesischen Mauer nicht haltmachen und damit für Japan bedrohlich werden würde.

Über seine Forschungsarbeiten während der **Deutschen Nanga Parbat-Expedition 1937,** deren jäher Abschluß allen seinen Kameraden von der durch Karl Wien geführten Bergsteigergruppe den Lawinentod brachte, sprach am 17. Januar 1938 Herr C. Troll, Berlin-Bonn. Der Vortr., der in letzter Stunde für den plötzlich erkrankten Redner des Abends (Herrn A. Penck, Berlin) einsprang, gab zunächst einen vorwiegend referierenden Überblick über die bisherige Nanga Parbat-Forschung unter besonderer Berücksichtigung der Glazialgeologie. Dann erst folgte als Hauptteil des Vortrages eine Darstellung seiner eigenen Arbeit, die dem Studium der Pflanzenwelt des Nanga Parbat in ihrer Abhängigkeit von den ökologischen Faktoren gewidmet war. Die Grundlage dieser Arbeit war die von R. Finsterwalder durchgeführte exakte photogrammetrische Aufnahme des Nanga Parbat. Der Vortr. hatte die Aufgabe, vom Hauptlager am oberen Ende des Rakhiot-Gletschers ausgehend, das ganze Kartengebiet rings um das Hauptmassiv bis in die Höhe von etwa 5000 m pflanzengeographisch zu untersuchen und die Ergebnisse in einer Vegetationskarte festzuhalten. Inzwischen wollte die Bergsteigergruppe die Besteigung des Gipfels durchführen. Für den letzten Teil der Expedition bestand der durch die Katastrophe der Junitage unmöglich gemachte Plan, daß der Vortr. mit Unterstützung der Bergsteigergruppe seine wissenschaftlichen Arbeiten weiter hinauf fortsetzen sollte.

Methodisch ist der Vortr. bei seiner Aufnahme nicht von festen Gliederungen der Vegetation (Wald usw.) ausgegangen. Er hat vielmehr Ausschnitte aus der Landschaft herausgenommen, die jeweils die verschiedensten Faktoren auf kleinem Raume vereinigt aufweisen und das Studium ihres Zusammenwirkens ermöglichen (Schaffung sog. Ökogramme).

Es haben sich folgende Höhengürtel der Vegetation ergeben. Das Indus-Tal ist Halbwüste mit Gräservegetation. Von 2000 m aufwärts nimmt die Trockenheit langsam ab; wir finden Artemisiensteppe, in der sich bereits Baumwuchs einstellt, und zwar zunächst Trockenbäume (Wacholder, Kiefer). Aus diesen trockenen Wäldern kommen wir oberhalb 3000 m in den feuchten Nadelwald mit Kiefern und zum Teil schon Edeltannen. Im Unterholz fand sich hier eine Saxifragacee mit großem Gerbstoffgehalt, mit der in Deutschland von der Eberswalder Forstakademie Einsaatversuche gemacht werden. Dann folgt bis 3800 m die Birkenwaldzone, anschließend bis 4200 m ein Gebiet mannshoher Weidengebüsche, noch höher hinauf die alpine Region mit Zwergweiden, Zwergprimeln und Flechten. Über 5000 m wurden keine Blütenpflanzen gefunden.

Neben der Höhengliederung ist die Exposition von ungewöhnlich großer Bedeutung, was der Vortr. aus den klimatischen (Strahlungs-) Verhältnissen erklären möchte. Klimatisch bedingt ist auch das unerwartete Fehlen von Büßerschnee und Strukturböden.

Auf der Grundlage der Vegetationskarte wurde auch die Lage der Siedlungen studiert. Die Siedlungen und Kulturen kommen nur auf Lockerboden vor. Außerdem muß genügend Wasser vorhanden sein; Wasserspender sind die Gletscher oder aber Waldgebiete. Das eigentliche Siedlungsgebiet ist die mittlere Steppenzone. Hier, etwa in 2200—2700 m Höhe, finden sich auch die fruchtbarsten Böden. Dann sind noch die Oasenkulturen im Indus-Tal und die Rodungssiedlungen im Waldgebiet

zu nennen, die als Sommersiedlungen (mit Anbau) bis 3300 m hinaufreichen.

Die spezielle Untersuchung der Vegetationsverhältnisse am Nanga Parbat sollte nun noch in Beziehung zu dem Gesamtbild des Himalaja gesetzt werden. Bereits der Anmarsch stellte ein verbindendes Landschaftsprofil dar. Ein zweiter Querschnitt wurde im Anschluß an die Hauptarbeiten durch Dardschiling gelegt. Außerdem wurde die sehr reiche indische Forstliteratur ausgewertet. Es ergab sich eine charakteristische Änderung von Ost nach West, die in mehreren Querprofilen anschaulich dargelegt wurde. Im Osten sind es tropische Regenwälder, aus denen sich das Gebirge erhebt, weiter nach Westen trockenere Wälder, dann Dornbusch und schließlich die Halbwüste am Indus.

Zum Schluß betonte der Vortr. die Wichtigkeit der Aufgabe, die Nanga Parbat-Forschung hineinzustellen in die Reihe der Unternehmungen, die namentlich von deutscher Seite dem großen Gebirgsknoten des Pamir gewidmet worden sind.

Herr E. Shackleton, London, berichtete am 12. Februar 1938 über **Die Ellesmere-Land-Expedition der Universität Oxford 1934—1935.** Es war eine der zahlreichen vom Forschungsklub der Universität Oxford veranstalteten Unternehmungen. Die 6 Teilnehmer waren meist Studenten der Universitäten Oxford und Cambridge; nur einer von ihnen war bereits einmal in der Arktis gewesen. Die Expedition segelte im Juli 1934 in einem nur 100 Tonnen großen Schiff von England ab, zunächst nach der Disko-Insel an der Westküste von Grönland, wo eine große Zahl von Schlittenhunden an Bord genommen wurde, dann weiter nordwärts nach Robson Bay. Hier wurde ein Proviantlager eingerichtet. Dann wurden einige Bootsreisen unternommen, die u. a. zu der nördlichsten Eskimosiedlung Etah führten; später, nach dem Zufrieren des Fjordes im Oktober, Schlittenfahrten. In Robson Bay wurde die vom 24. Oktober bis zum 18. Februar währende Polarnacht „zufrieden und glücklich" verlebt.

Anfang April brach die Expedition in mehreren Gruppen auf zu ihren Forschungsfahrten in Ellesmere-Land, der großen, auf der anderen — westlichen — Seite des Smith-Sundes gelegenen Insel des Amerikanisch-arktischen Archipels. Auf diesen Schlittenreisen wurden Tausende von Kilometern zurückgelegt, oft bei sehr schlechten Eisverhältnissen und unter großen Schwierigkeiten, genügend Futter für die Hunde zu beschaffen. Die Kenntnis des Landes wurde durch diese Reisen wesentlich bereichert. So entdeckte die Gruppe, bei der sich der Vortr. befand, im Hintergrunde von Scoresby Inlet eine neue, 2000 m hohe Gebirgskette. Eine andere Gruppe, die im Grant-Land, dem nördlichsten Teil der Insel, arbeitete, konnte einen 3000 m hohen Berg besteigen, der einen wundervollen Überblick über das ganze Grant-Land gewährte. Die wissenschaftlichen Untersuchungen waren hauptsächlich der Geologie, sowie der Pflanzen- und Tierwelt der bereisten Gebiete gewidmet. Wertvolle Erkenntnisse und Sammlungen konnten nach Hause gebracht werden.

Im Juni hielt der Sommer wieder seinen Einzug. Das Eis begann zu treiben, überall erwachte das Leben und bot Gelegenheit zu Studien und prachtvollen, zum Teil farbigen Aufnahmen arktischer Blumen und Vögel. Am 21. August wurde die Rückreise angetreten und trotz eines Propellerbruches glücklich beendet.

Ein großer Reiz des Vortrages lag in der jugendlichen Frische nicht nur der durch Filmvorführungen besonders belebten Darstellung, sondern auch und vor allem der seelischen Einstellung, die den Anstrengungen und Gefahren unbekümmert und humorvoll gegenübertrat und in der erfolgreichen Arbeit und dem Erreichen der gesteckten Ziele die wunderbarste Belohnung fand.

Am 21. Februar 1938 besprach Herr Bj. Helland-Hansen, Direktor des Geophysikalischen Instituts in Bergen (Norwegen), einige **Probleme einer internationalen Golfstrom-Untersuchung.** Zum Verständnis der methodischen Aufgaben, die die Durchführung solcher Untersuchungen stellt, erörterte er einleitend die dynamischen Grundlagen. Stellen wir uns einen Meeresteil ohne Strömung vor, so müssen wir annehmen, daß die Flächen gleicher Temperatur, gleichen Salzgehaltes usw. im allgemeinen horizontal liegen. Beim Auftreten einer Strömung legen sie sich schräg, und zwar um so mehr, je stärker die Strömung ist. Somit kann aus dem Winkel, den diese Flächen mit der Horizontalen bilden, auf die Stärke der Strömung geschlossen werden.

Die Untersuchungsmethode ist daher folgende. Auf einer Anzahl von reihenweise angeordneten Stationen werden Serienmessungen durchgeführt, auf Grund welcher Querschnitte („Profile") entworfen werden. Bei Stromuntersuchungen legt man diese Querschnitte möglichst senkrecht zur Stromrichtung an. Aus den Querschnitten, die die genannten Flächen als mehr oder weniger geneigte Linien abbilden, können dann dynamische Berechnungen abgeleitet werden.

Es ist klar, daß bei einer räumlich so ausgedehnten Erscheinung, wie sie das Golfstromsystem darstellt, sehr zahlreiche Beobachtungen nötig sind. Außerdem müssen die Beobachtungen einigermaßen gleichzeitig sein, was *ein* Schiff allein nie machen kann. Der Strom kann sich ja verschieben, und so kann es vorkommen, daß wir aus zeitlich weit auseinanderliegenden Beobachtungen Stromsysteme erschließen, die überhaupt nicht existieren. Zweitens müssen die Stationen möglichst dicht gelegt werden, um Einzelheiten und Merkwürdigkeiten erfassen zu können. Der Vortr. belegte diese Grundsätze mit Beispielen aus der bisherigen Nordmeerforschung. Zusammenstellungen alles vorhandenen Beobachtungsmaterials — ohne Rücksicht auf die dargelegten zeitlichen und räumlichen Anforderungen — sind gleichwohl als Vorarbeiten unerläßlich, um überhaupt erst einmal die Probleme zu erkennen.

Aus diesen methodischen Ausführungen ergibt sich die praktische Folgerung, daß man mit mehreren Schiffen synoptisch arbeiten muß. Es ist geplant, dies auf internationaler Basis durchzuführen. Wahrscheinlich werden Deutschland und Norwegen je ein Schiff schicken, die zusammen arbeiten werden. Die Amerikaner werden ebenfalls arbeiten, doch ist noch nicht sicher, ob ein Zusammenwirken mit den Deutschen und Norwegern durchgeführt werden wird. Dänen und Schotten werden etwa zwischen Schottland und Island Forschungsfahrten unternehmen. Der ideale Arbeitsplan ist der, daß ein Schiff in der Mitte des Ozeans ankert, während gleichzeitig die anderen ringsherum beobachten. In diesem Jahr soll zunächst durch das deutsche und das norwegische Schiff die beste Stelle für die Ankerstation gesucht werden.

Es ist zu hoffen, daß auf diese Weise wichtige Erkenntnisse über die dynamischen Verhältnisse der Strömungen gewonnen werden. Damit wären dann auch die Grundlagen für ein geographisches Studium der Meeresströmungen, in erster Linie des Golfstromes, gegeben. Kurt Kaehne.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Fritz Süffert, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.

Gebt Pfunde
dem Winterhilfswerk

Soeben erschien:

Geometrie der Gewebe

Topologische Fragen der Differentialgeometrie

Von

Dr. **Wilhelm Blaschke** und Dr. **Gerrit Bol**

Professor der Mathematik an der Universität Hamburg — Dozent an der Universität Freiburg i. Br.

Mit 137 Figuren. VIII, 339 Seiten. 1938. RM 28.50; gebunden RM 29.70

(Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften, Band XLIX)

Inhaltsübersicht:

Einleitung. — Erster Abschnitt: **Die einfachsten Gewebe.** Kurvenscharen und Kurvennetze. — Sechseckgewebe. — Geradlinige Sechseckgewebe. — Gewebe und Gruppen. — Achtflachgewebe. — Vierseitgewebe. — Über eine Funktionalgleichung. — Zweigliedrige Gruppen mit eingliedrigen Untergruppen. — Ebene Vier-Gewebe. — Der Satz von Mayrhofer und Reidemeister. — Lineare Differentiatoren. — Ebene n-Gewebe. — Vierseit-n-Gewebe. — Geradlinige Vierseitgewebe. — Zweiter Abschnitt: **Invariantentheorie der Gewebe.** Einleitung. — Das Rechnen mit Differentiatoren. Differentiatorgewebe und Pfaffsche Formen. — Ebene Dreigewebe. Pfaffsche Formen und kovariante Differentiation. — Geradengewebe. — Flächengewebe. — Vollständigkeitssätze. — Kurven-3-Gewebe im Raum. Aufgaben und Lehrsätze allgemeiner Art. — Dritter Abschnitt: **Abels Theorem in der Gewebegeometrie.** Abels Theorem und der Satz von Graf und Sauer. — Eine Umkehrung des Abelschen Theorems. — Ein Satz von H. Kneser. — Ebenengewebe. — Höchstzahlen. — Höchstzahlen für Flächengewebe. — Quasigeodätische Kurvensysteme. — Ebene 5-Gewebe höchsten Ranges. — Ein Gegenbeispiel. — Flächengewebe höchsten Ranges. Das Schnittgeradensystem. — Flächengewebe höchsten Ranges. Die Weylsche Geometrie. — Flächengewebe höchsten Ranges. Beweis des Hauptsatzes. Ein Satz von F. Enriques. — Räumliche Kurvengewebe. — 3-Gewebe höchsten Ranges. — Abriß. — Schriftenverzeichnis. — Namen- und Sachverzeichnis.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Grundlegende Operationen der Farbenchemie

Von

Dr. **Hans Eduard Fierz-David** und Dr. **Louis Blangey**

Professor an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich

Privatdozent an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich

Vierte, umgearbeitete und vermehrte Auflage

der Grundlegenden Operationen der Farbenchemie von H. E. Fierz-David

Mit 52 Textabbildungen und 21 Tabellen auf 24 Tafeln. XX, 338 Seiten. 1938

Gebunden RM 39.—

Vorwort zur vierten Auflage:

Die dritte Auflage der „Grundlegenden Operationen der Farbenchemie", welche im Jahre 1924 erschien, stellte im wesentlichen eine verbesserte Auflage der vorhergehenden Auflagen dar. Seit dem Jahre 1920 hat sich die Farbenindustrie stark entwickelt, und viele der damals neuen Vorschriften sind in die Werke der Technologie übergegangen. Die Erfahrungen, die im Laboratorium der Eidgenössischen Technischen Hochschule gesammelt wurden, legten es nahe, die vierte Auflage weitgehend umzugestalten, weil es sich gezeigt hat, daß der Anfänger oft nicht in der Lage ist, die Vorschriften der Technik ohne weiteres auszuführen.

In den früheren Auflagen wurde die Literatur mit wenigen Ausnahmen nicht berücksichtigt. Es hat sich dies als ein Mangel erwiesen. In der vorliegenden vierten Auflage haben wir daher an zahlreichen Stellen auf die Originalveröffentlichungen hingewiesen, damit sich der Studierende weiter informieren kann. Zu viele Zitate wurden aber vermieden, weil diese unter Umständen verwirrend wirken könnten. Ferner haben wir in der neuen Auflage die sog. Substitutionsregeln der aromatischen Reihe in Form zahlreicher Tabellen übersichtlich dargestellt. Derartige Tabellen erleichtern es dem Praktikanten, die Reaktionen selbständig zu studieren. An dieser Stelle möchten wir Herrn Dr. Emil Misslin (Gesellschaft für Chemische Industrie, Basel) bestens dafür danken, daß er uns die tabellarischen Übersichten, die er vor vielen Jahren in seinen Vorlesungen an der Eidgenössischen Technischen Hochschule verwendete, zur Verfügung stellte. Wir haben diese Tabellen als Grundlage für unsere Darstellung benutzt, wobei wir sie sehr weitgehend umgearbeitet und ergänzt haben; viele Teile, besonders auf dem Gebiete des Anthrachinons, sind gänzlich neu. Die Vorschriften zur Diazotierung und Herstellung von Azofarbstoffen im Laboratorium sind ein Abdruck einer kleinen Monographie, die der eine von uns (Bl.) vor einigen Jahren als Ergänzung der dritten Auflage verfaßt hat und die die allgemeinen Gesichtspunkte der Diazotierung und Kupplung darstellt. Auf die Beschreibung des Lungeschen Nitrometers sei ausdrücklich verwiesen.

Wir haben eine Anzahl von früheren Vorschriften fallen gelassen, weil sie sich für den Anfänger als zu schwierig erwiesen haben, dagegen wurden zahlreiche neue Vorschriften aufgenommen, die in unserem Laboratorium eingehend ausprobiert worden sind. Veraltete Zeichnungen wurden durch bessere ersetzt und einige neue aufgenommen. In diesem Zusammenhang danken wir für die uns aus der Technik zugekommene Anregung, das Prinzip der Filterpresse zu beschreiben, sowie für die uns dafür verfertigte Zeichnung nebst deren Erläuterung. Obschon wir uns bemüht haben, nur das Wesentliche zu sagen, ist dennoch die neue Auflage umfangreicher als die vorhergegangenen geworden. Wir hoffen aber, daß dadurch der Wert des Buches gestiegen ist. Für Anregungen und Hinweise auf Fehler sind wir den Lesern natürlich dankbar.

Inhaltsübersicht:

Über die Grundlagen der Farbenindustrie. — **I. Zwischenprodukte.** Allgemeines über die Zwischenprodukte der Farbenindustrie. Die verschiedenen Operationen der Zwischenproduktschemie. Einrichtung des Laboratoriums. Über die Orientierungsregeln. A. Verbindungen der Benzolreihe. B. Verbindungen der Naphthalinreihe. C. Verbindungen der Anthrachinonreihe. — **II. Farbstoffe.** D. Azofarbstoffe. E. Di- und Triphenylmethanfarbstoffe. F. Oxazin- und Thiazinfarbstoffe. G. Anthrachinonfarbstoffe. H. Indigoide Farbstoffe. I. Schwefelschmelzen. — **III. Technische Angaben.** K. Über die Vakuumdestillation im Laboratorium und im Betriebe. L. Die Filterpresse. M. Über die Konstruktion und Verwendung von Autoklaven. N. Konstruktionsmaterialien der Farbenchemie. O. Technische Angaben über den Fabrikbetrieb. P. Beispiel der Berechnung eines einfachen Farbstoffes. — **IV. Analytischer Teil.** — Sachverzeichnis.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN WIEN

Sämtliche in diesem Heft besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Hierzu zwei Beilagen vom Verlag Julius Springer.

Für den Textteil verantwortlich: Fritz Süffert in Berlin W 9; für den Anzeigenteil: Albert Meyer in Berlin-Steglitz, Kühlebornweg 5.
DA. IV. Vj. 3100. — Pl. 4. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig. — Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Printed in Germany.